

MÜLLER-BBM

BACHELORARBEIT

Frau
Maike Wehmeyer

**Untersuchung des
Berechnungsverfahrens nach dem
aktuellen Entwurf der DIN 4109 für
die Luftschalldämmung im
Massivbau**

2014

BACHELORARBEIT

Untersuchung des Berechnungsverfahrens nach dem aktuellen Entwurf der DIN 4109 für die Luftschalldämmung im Massivbau

Autorin:

Maike Wehmeyer

Studiengang:

Physikalische Technik

Seminargruppe:

PT11wA-B

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Jörn Hübelt

Hochschule Mittweida

Zweitprüfer:

Dr.-Ing. Andreas Meier

Müller-BBM GmbH

Mittweida, 2014

Bibliografische Angaben

Wehmeyer, Maike: Untersuchung des Berechnungsverfahrens nach dem aktuellen Entwurf der DIN 4109 für die Luftschalldämmung im Massivbau, 40 Seiten, 20 Abbildungen, 1 Tabelle, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences, Fakultät Mathematik/Naturwissenschaften/Informatik

Bachelorarbeit, 2014

Satz: L^AT_EX

Referat

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit Prognoseverfahren zur Beschreibung der Luftschalldämmung in Wohngebäuden und Gebäuden mit wohnungsbauähnlicher Struktur in Massivbauweise. Dazu werden die Berechnungsverfahren der *DIN 4109:1989* und der *EDIN 4109:2013* in einem ersten Teil vorgestellt und anschließend untersucht. Hierzu wurde das Bau-Schalldämm-Maß von Wohnungstrenndecken und -wänden aus Stahlbeton nach beiden Prognoseverfahren bestimmt und mit Güteprüfungen verglichen. Zudem wurde das Bau-Schalldämm-Maß auf Abhängigkeiten von der jeweiligen Bausituation untersucht. Des Weiteren wurde die Standard-Schallpegeldifferenz, welche in der *EDIN 4109:2006* verwendet wurde, bestimmt und analysiert. Anhand der Ergebnisse können Angaben zur Genauigkeit und Eignung der Prognoseverfahren getroffen werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theoretische Grundlagen	3
2.1	Definitionen	3
2.2	Der Massivbau	5
3	Die Normen	7
3.1	Das Berechnungsverfahren nach DIN 4109:1989	7
3.2	Das Berechnungsverfahren nach E DIN 4109:2013	8
3.2.1	Flankierende Bauteile	10
3.2.2	Vorsatzschalen und schwimmende Estriche	13
3.2.3	Voraussetzungen und Grenzen	14
4	Ergebnisse	15
4.1	Vergleiche	16
4.1.1	Absolute Häufigkeit der Ergebnisse	16
4.1.2	Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109	19
4.1.3	Vergleich zwischen Berechnung und Messung	21
4.1.4	Vergleich zwischen DIN 4109:1989 und E DIN 4109:2013	24
4.2	Abhängigkeiten	26
4.2.1	Abhängigkeit von der Trennbauteildicke	26
4.2.2	Abhängigkeit von der Trennfläche	28
4.3	Die Standard-Schallpegeldifferenz	31
4.3.1	Die Standard-Schallpegeldifferenz in Abhängigkeit von der Trennfläche	31
4.3.2	Vergleich zwischen Berechnung und Messung der Standard-Schallpegel- differenz	34
4.4	Analyse der Trennflächenabhängigkeit	36
5	Fazit	39
A	Berechnungsergebnisse und Messwerte	41
B	Beispiele	45
B.1	Wände	45
B.1.1	Berechnung nach DIN 4109:1989	45
B.1.2	Berechnung nach E DIN 4109:2013	46
B.1.3	Güteprüfung nach DIN EN ISO 140-4	50
B.2	Decken	53
B.2.1	Berechnung nach DIN 4109:1989	53
B.2.2	Berechnung nach E DIN 4109:2013	53
B.2.3	Güteprüfung nach DIN EN ISO 140-4	57
C	Die Baustoffe in den einzelnen Bausituationen	61

D Grundrisse	67
D.1 Colmdorfstraße	68
D.2 Briegerstraße 1. BA	69
D.3 Briegerstraße 2. BA	70
D.4 Freiham 2	71
D.5 Freiham 3	73
D.6 Ottobrunn	74
D.7 Rümmanstraße	78
D.8 Oberweg/Saxhuberweg	83
D.9 Graf-Konrad-Straße	85
D.10 Gerlichstraße	87
D.11 Fasanenstraße	90
D.12 Gruber Straße	91
D.13 Münchener Straße	92
D.14 Faustnerweg	94
D.15 Hans-Döllgast-Straße	95
D.16 Schlosshotel	96
D.17 Severinstraße	100
D.18 Nymphenburg	102
D.19 Richard-Strauß-Straße	103
D.20 Welfenstraße	106
D.21 Neumarkt	115

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

2.1	Biegewelle	4
2.2	Koinzidenz	5
3.1	Schallübertragungswege nach E DIN 4109 Teil 2	9
3.2	Stoßstellen nach E DIN 4109 Teil 32	11
3.3	Abknickender T-Stoß nach E DIN 4109 Teil 32	12
4.1	Decken: absolute Häufigkeiten der Berechnungs- und Messergebnisse	17
4.2	Wände: absolute Häufigkeiten der Berechnungs- und Messergebnisse	17
4.3	Decken: Berechnungsergebnisse der E DIN 4109 im Vergleich zu den Messergebnissen	20
4.4	Wände: Berechnungsergebnisse der E DIN 4109 im Vergleich zu den Messergebnissen	20
4.5	Decken: Berechnungsergebnisse nach dem alten und neuen Verfahren im Vergleich mit den Messergebnissen	22
4.6	Wände: Berechnungsergebnisse nach dem alten und neuen Verfahren im Vergleich mit den Messergebnissen	22
4.7	Berechnungsergebnisse des neuen Verfahrens im Vergleich mit dem alten Verfahren für Wände und Decken	25
4.8	Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 in Abhängigkeit von der Trennbauteildicke	27
4.9	Messergebnisse in Abhängigkeit von der Trennbauteildicke	27
4.10	Decken: Mess- und Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 in Abhängigkeit von der Trennfläche	29
4.11	Wände: Mess- und Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 in Abhängigkeit von der Trennfläche	29
4.12	$D_{n,T,w}$: Decken: Mess- und Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 in Abhängigkeit von der Trennfläche	32
4.13	$D_{n,T,w}$: Wände: Mess- und Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 in Abhängigkeit von der Trennfläche	32
4.14	$D_{n,T,w}$: Berechnungsergebnisse nach dem neuen Verfahren im Vergleich mit den Messergebnissen	34

4.15 Exemplarische Darstellung der Trennflächenabhängigkeit von R' und $D_{n,T}$	37
--	----

Tabellen

3.1 Berücksichtigte Putzschichten abhängig vom Bauteil	8
--	---

Formelverzeichnis

Formelzeichen	Bedeutung	(Wert und) Einheit
ρ	Dichte des Bauteils	kg m^{-3}
σ	Standardabweichung	dB
τ	Transmissionsgrad	1
τ'	Transmissionsgrad im eingebauten Zustand	1
a	äquivalente Absorptionslänge	m
A_0	Bezugsabsorptionsfläche	10 m^2
B'	breitenbezogene Biegesteifigkeit	$\text{kg m}^2 \text{ s}^{-2}$
c_0	Luftschallgeschwindigkeit	m s^{-1}
c_B	BiegeWellengeschwindigkeit	m s^{-1}
d	Hohlraumtiefe	m
$D_{n,f,w}$	bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz	dB
$D_{n,T}$	Standard-Schallpegeldifferenz	dB
$D_{n,T,w}$	bewertete Standard-Schallpegeldifferenz	dB
$\overline{D}_{v,ij}$	richtungsgemittelte Schnellepegeldifferenz	dB
f	Frequenz	Hz
f_0	Resonanzfrequenz	Hz
f_g	Koinzidenzgrenzfrequenz	Hz
h	Dicke des Bauteils	m
K_1	Flankenkorrektur nach <i>DIN 4109:1989</i>	dB
K_{ij}	Stoßstellendämm-Maß nach <i>EDIN 4109:2013</i>	dB
l_0	Bezugskopplungslänge	1 m
l_f	Kopplungslänge zwischen Trenn- und Flankenbauteil	m
l_{lab}	Bezugskopplungslänge bei biegeweichen Flankenbauteilen	2,8 m; 4,5 m
L_1	Schalldruckpegel im Senderraum	dB
L_2	Schalldruckpegel im Empfangsraum	dB
m''	flächenbezogene Masse	kg m^{-2}
m''_0	Bezugsgröße der flächenbezogenen Masse	1 kg m^{-2}
$m''_{L,mittel}$	mittlere flächenbezogene Masse der biegesteifen Flanken	kg m^{-2}
m''_{Putz}	flächenbezogene Masse des Putzes	kg m^{-2}
P_e	einfallende Schallleistung	W
P_t	transmittierte Schallleistung	W

R	Schalldämm-Maß	dB
R'	Bau-Schalldämm-Maß	dB
R'_w	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß nach <i>EDIN 4109:2013</i>	dB
$R'_{w,R}$	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß nach <i>DIN 4109:1989</i>	dB
$\Delta R_{ij,w}$	bewertetes Schalldämm-Verbesserungsmaß durch Vorsatzschalen	dB
$R_{ij,w}$	bewertetes Schalldämm-Maß der Bauteile (i) und (j)	dB
$R_{i,w}$	bewertetes Schalldämm-Maß des senderaumseitigen Bauteils (i)	dB
$R_{j,w}$	bewertetes Schalldämm-Maß des empfangsraumseitigen Bauteils (j)	dB
RDK	Rohdichteklasse von Mauerwerk	1
S_S	gemeinsame Trennfläche von Sende- und Empfangsraum	m ²
t	Tiefe des Empfangsraums	m
T	Nachhallzeit im Empfangsraum	s
T_0	Bezugsnachhallzeit	0,5 s
V_E	Volumen des Empfangsraums	m ³

1 Einleitung

Eine wesentliche Aufgabe der Bauakustik besteht darin, die Schallausbreitung in einem Gebäude zu beschreiben. Dies beinhaltet unter anderem die Luftschalldämmung zwischen zwei Räumen. Um diese anhand der geplanten Bauweise voraussagen zu können sind Prognoseverfahren nötig. Dazu wurde die deutsche Norm *DIN 4109* entwickelt, in der ein Berechnungs- und Nachweisverfahren beschrieben und festgelegt ist. Zudem sind in der Norm Mindestanforderungen an die Schalldämmung festgelegt, um Bewohner vor unzumutbaren Belästigungen durch Lärm zu schützen. Auf diese Weise wird ermöglicht, die geplante Bauweise auf die Schalldämmung zu prüfen.

Die verwendeten Anforderungsgrößen und das in der Norm beschriebene Berechnungsverfahren für die Schalldämmung am Bau hat sich seit der ersten Veröffentlichung der *DIN 4109* im Jahr 1938, damals als *DIN 4110*, auf Grund von neuen Erkenntnissen mehrfach geändert [3], wobei die Berechnungsverfahren deutlich an Komplexität zugenommen haben. Die letzte Version [12] wurde im November 1989 baurechtlich eingeführt. Die Anforderungsgröße an die Luftschalldämmung ist in dieser Version das Bau-Schalldämm-Maß, wodurch die Schalldämmung nur von den Bauteilen abhängt. Die Prognose der Schalldämmung erfolgt über ein tabellarisches Verfahren, wodurch eine einfache Anwendung möglich ist, durch vielfache Näherungen und Vereinfachungen die physikalischen Grundlagen der Schallausbreitung jedoch vernachlässigt wurden.

In den letzten Jahren wurde die Prognose der Schalldämmung maßgeblich durch die Politik der Europäischen Union geprägt. Diese fordert eine Vereinheitlichung der nationalen Normen, um eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Mitgliedsländern zu schaffen [1]. Dies beinhaltet auch die Normen für die Schalldämmung. Dazu wurde im Jahr 2000 die europäische Norm *DIN EN 12354* veröffentlicht, in der ein neues Berechnungsverfahren zur Prognose der Schalldämmung vorgestellt wird. Dieses Berechnungsverfahren ist ein analytisches Verfahren und beruht auf „Statistical Energy Analysis“. Dabei werden zur Prognose der Schalldämmung die verschiedenen Schallübertragungswege im Gebäude einzeln betrachtet und der Energieabfall auf diesen Wegen bestimmt.

Durch diese Entwicklung wurde eine Überarbeitung der deutschen Norm von 1989 nötig. Da für das europäische Berechnungsverfahren zahlreiche Eingangsdaten (z. B. die Stoßstellendämm-Maße) benötigt werden, welche in Deutschland besonders für den Massivbau noch nicht bekannt waren, konnte das Berechnungsverfahren in Deutschland erstmals in einem Normentwurf 2006 verwendet werden. Als Anforderungsgröße wurde in diesem Entwurf die nachhallzeitbezogene Standard-Schallpegeldifferenz eingeführt, wodurch die Anforderungen nicht mehr bauteilspezifisch sind, sondern für die jeweilige Bausituation gelten, da neben den Kenngrößen der Bauteile auch die Raumgrößen relevant sind.

Im Jahr 2013 ist erneut ein Normentwurf der *DIN 4109* erschienen. In diesem Entwurf ist die Anforderungsgröße für die Luftschalldämmung wieder das Bau-Schalldämm-Maß, die Berechnung erfolgt aber weiterhin nach dem europäischen Verfahren, wobei das vereinfachte Verfahren der *DIN EN 12354-1* [13] verwendet wird. Dies beruht auf Einzangaben des Bau-Schalldämm-Maßes, welche nach der *DIN EN ISO 717-1* [15] bestimmt werden. Die Eingangsdaten (z. B. Direktschalldämm-Maße und Stoßstellendämm-Maße) zu diesem Berechnungsverfahren werden in einem gesonderten Teil des Normentwurfs angegeben, welche in zahlreichen Forschungsvorhaben ermittelt wurden (unter anderem [59, 61, 63–65]). Zusätzlich dazu können Güteprüfungen von einzelnen Bauteilen nach der internationalen Norm *DIN EN ISO 140-4* [14] durchgeführt werden, um für Bausituationen, welche in der Norm nicht beschrieben werden, das Direktschalldämm-Maß zu ermitteln.

Ziel dieser Arbeit ist es, das Berechnungsverfahren nach dem Entwurf der *DIN 4109* aus dem Jahr 2013 für die Luftschalldämmung in Wohngebäuden in Massivbauweise zu validieren. In [Kapitel 2](#) werden die in der Arbeit verwendeten Begriffe definiert und die untersuchte Bauweise beschrieben. Zur Validierung des Berechnungsverfahrens werden zuerst das alte und das neue Berechnungsverfahren erfasst (siehe [Kapitel 3](#)) und anschließend nach beiden Verfahren anhand von Grundrissen das Bau-Schalldämm-Maß für unterschiedliche Bausituationen bestimmt. Für alle Bausituationen müssen Güteprüfungen vorliegen. Danach werden in [Kapitel 4](#) die Ergebnisse untersucht. Hierfür werden in [Abschnitt 4.1](#) Vergleiche zwischen den Berechnungsverfahren und Messergebnissen erstellt. Zuerst wird die Verteilung der Ergebnisse in [Unterabschnitt 4.1.1](#) dargestellt und in [Unterabschnitt 4.1.2](#) werden die Ergebnisse der Berechnung nach dem neuen Verfahren mit den Messergebnissen verglichen und statistisch untersucht. In [Unterabschnitt 4.1.3](#) werden die Berechnungsergebnisse nach beiden Verfahren den Messergebnissen gegenübergestellt und die Prognosegenauigkeit der beiden Verfahren geprüft. Dabei wird erwartet, dass das berechnete Bau-Schalldämm-Maß unter dem am Bau tatsächlich vorhandenen liegt, sodass die Einhaltung der berechneten Werte sichergestellt ist. Anschließend wird das alte Berechnungsverfahren in [Unterabschnitt 4.1.4](#) mit dem neuen verglichen, um zu prüfen, ob sich die Prognoseergebnisse der beiden Verfahren unterscheiden und wie groß die Abweichungen sind. Besonderes Augenmerk bei der Untersuchung liegt auf dem Einfluss der flankierenden Bauteile auf das resultierende Bau-Schalldämm-Maß, da diese im alten und neuen Berechnungsverfahren unterschiedlich berücksichtigt werden. Zudem wird das Bau-Schalldämm-Maß in [Abschnitt 4.2](#) auf Abhängigkeiten von der Geometrie des Trennbauteils untersucht. Hierfür wird geprüft, ob das Bau-Schalldämm-Maß von der Trennbauteildicke (siehe [Unterabschnitt 4.2.1](#)) und der gemeinsamen Trennfläche der beiden Räume der Prüfsituation (siehe [Unterabschnitt 4.2.2](#)) abhängt. Um einen Vergleich mit dem ersten Entwurf der *DIN 4109* aus dem Jahr 2006 zu ermöglichen, wird zudem die Standard-Schallpegeldifferenz bestimmt und in [Abschnitt 4.3](#) auf eine Abhängigkeit von der Trennfläche und den Zusammenhang mit den Messergebnissen untersucht. Die Abhängigkeit von der Trennfläche wird in [Abschnitt 4.4](#) anhand eines vereinfachten Modells genauer analysiert.

2 Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel befasst sich mit den zum Verständnis der Arbeit nötigen theoretischen Grundlagen. Dazu werden zuerst die einzelnen Begriffe definiert und erläutert und anschließend die Massivbauweise vorgestellt.

2.1 Definitionen

Transmissionsgrad [5] Es werden zwei angrenzende Räume betrachtet, die durch ein Bauteil getrennt sind. In einem der beiden Räume befindet sich eine Schallquelle mit der Schallleistung P . Der Transmissionsgrad beschreibt die Schallleistung P_t , die das Bauteil auf der anderen Seite wieder verlässt im Verhältnis zu der auf das Bauteil eintreffenden Schallleistung P_e .

$$\tau = \frac{P_t}{P_e} \quad (2.1)$$

Schalldämm-Maß [5] Als Schalldämm-Maß wird der negative dekadische Logarithmus des Transmissionsgrads bezeichnet.

$$R = -10 \lg \tau \text{ dB} \quad (2.2)$$

Bau-Schalldämm-Maß [5] Am Bau erfolgt zusätzlich zur direkten Schallübertragung über das Trennbauteil eine Schallübertragung in den Nebenraum über flankierende Bauteile. Die flankierenden Bauteile sind die Bauteile, die an die Trennwand angrenzen. Werden diese Schallnebenwegsübertragungen beachtet, so werden die Größen entsprechend mit einem Apostroph gekennzeichnet.

$$R' = -10 \lg \tau' \text{ dB} \quad (2.3)$$

Standard-Schallpegeldifferenz [5] Die Standard-Schallpegeldifferenz drückt die Schalldämmung in einer bestimmten Bausituation aus und setzt sich aus der Schallpegeldifferenz zwischen dem Sende- und Empfangsraum und einer Normierung der Nachhallzeit im Empfangsraum auf eine Bezugsnachhallzeit zusammen. Da die Schallpegeldifferenz von den Eigenschaften des Empfangsraums abhängt, z. B. der äquivalenten Absorptionsfläche, ist die Korrektur durch die Nachhallzeit notwendig, um die Schalldämmung beschreiben zu können.

$$D_{n,T} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB} \quad (2.4)$$

Biegewelle [6] Wenn eine Schallwelle auf ein Bauteil trifft, so regt sie dies zu Schwin-

gungen an. Im Fall des senkrechten Schalleinfalls bildet sich eine Longitudinalwelle, da das Bauteil in der selben Ausbreitungsrichtung schwingt wie die Schallwelle. In einem Raum treffen Schallwellen aber nicht nur unter diesem Winkel, sondern unter jedem Winkel auf das Bauteil. Trifft also die Schallwelle unter einem anderen Winkel auf das Bauteil, so kann die Welle in eine Komponente senkrecht zum Bauteil und eine waagerechte Komponente aufgeteilt werden. Die senkrechte Komponente regt wieder die Longitudinalwelle an, die waagerechte Komponente eine Transversalwelle. Diese beiden Wellen überlagern sich im Bauteil und bilden eine Biegewelle. Es kommt zu transversalen Auslenkungen und gleichzeitiger Schrägstellung der Körperquerschnitte zueinander (siehe [Abbildung 2.1](#)).

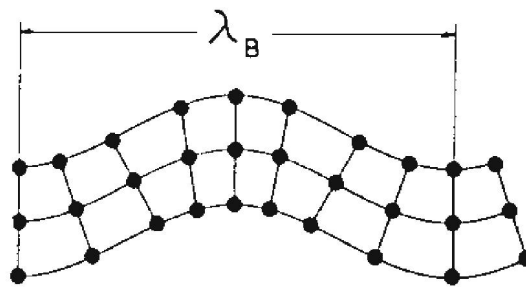


Abbildung 2.1: Biegewelle (Quelle: [6])

Die Schallgeschwindigkeit der Biegewelle ist von der Frequenz und den Bauteileigenschaften, wie z. B. Dicke, Dichte und E-Modul, abhängig. Die Wellenlänge ist für die verschiedenen Frequenzen konstant. Für Platten gilt:

$$c_B = \sqrt{2\pi f} \sqrt[4]{\frac{B'}{m''}}. \quad (2.5)$$

Koinzidenz [5, 6] Die Biegewellengeschwindigkeit im Bauteil steigt mit der Frequenz an. In diesem Fall unterscheidet sie sich von der Luftschallgeschwindigkeit, welche konstant bleibt. Im Vergleich dazu bleibt die Biegewellenlänge konstant, während die Luftschallwellenlänge mit steigender Frequenz kleiner wird. Trifft nun eine Luftschallwelle auf ein Bauteil, so stimmt ihre projizierte Wellenlänge bei einem bestimmten Einfallswinkel mit der Biegewellenlänge überein (siehe [Abbildung 2.2](#)). Die projizierte Wellenlänge ist die Wellenlänge, die sich auf der Oberfläche des Bauteils zeigt. Dazu muss jedoch die Wellenlänge der Luftschallwelle gleich oder kleiner sein als die Biegewellenlänge. Der Effekt, dass die projizierte Luftschallwellenlänge identisch mit der Biegewellenlänge ist, wird Koinzidenz genannt.

Koinzidenzgrenzfrequenz [5, 6] Im Grenzfall, ab dem die Koinzidenz auftreten kann, entspricht die Luftschallwellenlänge genau der Biegewellenlänge. In diesem Fall verläuft die Luftschallwelle parallel zu der Oberfläche des Bauteils. Die Luftschallgeschwindigkeit ist identisch zu der Biegewellengeschwindigkeit. Da häufig nicht die Wellenlängen von Interesse sind, sondern die Frequenzen, wird die zugehörige

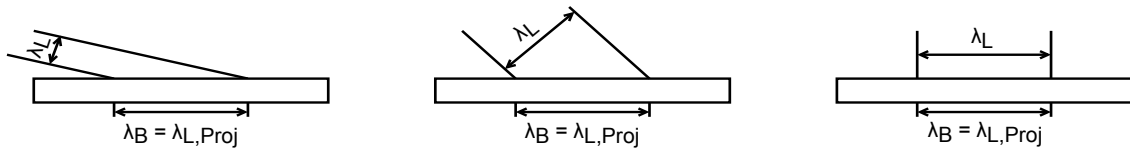


Abbildung 2.2: Koinzidenz bei verschiedenen Einfallswinkeln

Frequenz Koinzidenzgrenzfrequenz genannt. Im Bereich dieser Frequenz kommt es zu einem starken Einbruch des Schalldämm-Maßes. Sie berechnet sich nach

$$f_g = \frac{c_0^2}{2\pi} \sqrt{\frac{m''}{B'}}. \quad (2.6)$$

biegeweiches Bauteil [20] Liegt die Koinzidenzgrenzfrequenz eines Bauteils oberhalb von 1600 Hz, so bezeichnet man das Bauteil als biegeweich. Ein Beispiel hierfür sind Gipskartonständerwände.

biegesteifes Bauteil [18] Liegt die Koinzidenzgrenzfrequenz eines Bauteils unterhalb von 200 Hz, so bezeichnet man das Bauteil als biegesteif. Massivbauteile aus Stahlbeton sind ein Beispiel für ein biegesteifes Bauteil.

Dickenschwingungen [9] Mauerwerk aus Lochsteinen kann abhängig vom Lochbild ein geringeres Schalldämm-Maß besitzen, als Mauerwerk gleicher Dicke und Rohdichte aus homogenem Material. Dies ist auf Dickenschwingungen zurückzuführen, die durch das Lochbild entstehen. Die Lochsteine wirken als Feder-Masse-System. Dabei findet eine gegenphasige Bewegung der Stirnflächen der Steine, welche als Masse wirken, statt. Die elastische Stegstruktur im Inneren des Steins wirkt als Feder. Das Feder-Masse-System besitzt eine Resonanzfrequenz, bei der sich die Dickenschwingungen ausbilden. Im Bereich dieser Frequenz kommt es zu einem Einbruch des Schalldämm-Maßes. Sind die Stege versetzt angeordnet, besitzt die Struktur eine geringere Steifigkeit und es kommt leichter zu Dickenschwingungen als bei durchgehenden Stegen.

2.2 Der Massivbau

Der Begriff Massivbau [60] bezeichnet einerseits die im Bau verwendeten Baustoffe und andererseits die Funktionen der einzelnen Bauteile. Wird die funktionsbezogene Definition verwendet, so bezeichnet der Massivbau eine Bauweise, in der zwischen tragender und raumabschließender Funktion keine Trennung besteht, d. h., dass Decken und Wände tragende Elemente sein können. Die baustoffbezogene Definition hingegen beschreibt, welche Baustoffe verwendet werden. Dies sind im Fall des Massivbaus schwere, biegesteife und massive Baustoffe, wie beispielsweise:

- Beton
 - Leichtbeton

- Porenbeton
- unbewehrter Beton (u. B.)
- Stahlbeton (STB)
- Mauerwerk (MW)
 - Mauerziegel
 - Kalksandstein-Mauerwerk
 - Hochlochziegel (HLZ)
 - Planziegel aus Hochlochziegeln (PZ)
 - Verfüllziegel.

In einem Bauwerk entstehen enorme Kräfte, hauptsächlich durch die Masse der Gesamtkonstruktion, welche im Gebäude so geleitet werden müssen, dass die Funktion des Bauwerks nicht beeinträchtigt wird. Dies geschieht durch das Tragwerk. Es sichert die Standfestigkeit der Konstruktion und verhindert bzw. begrenzt die Verformung der einzelnen Bauteile, indem es einzelne Kräfte bündelt und in den Baugrund leitet [8].

Im Massivbau übernimmt das Tragwerk auch die Einhüll-Funktion, welche z. B. dem Schutz vor Witterungseinflüssen und der Erzeugung des Raumklimas dient. Bauteile mit Einhüll-Funktion sind zudem für den Schallschutz im Gebäude und gegen Außenlärm verantwortlich [8]. Um den Anforderungen an den Schallschutz gerecht zu werden, welche hauptsächlich an Trennbauteile wie Wohnungstrennwände und Wohnungstrenndecken gestellt werden, ist eine aufwändigere Konstruktion notwendig. Um eine höhere Schalldämmung zu erreichen, ist bei biegesteifen Materialien eine Erhöhung der flächenbezogenen Masse notwendig. Je schwerer die Bauteile sind, desto besser können sie auch Kräften standhalten und diese leiten. Aus diesem Grund bietet es sich an, solche Bauteile als Tragwerk auszuführen. Wenn die statischen Anforderungen an die Bauteile bereits erfüllt werden und eine weitere Erhöhung der Masse nicht ermöglichen, die bauakustischen Anforderungen aber nicht eingehalten werden können, kann eine **biegeweiche Vorsatzschale (VS)** bei Wänden und **schwimmender Estrich (s. E.)** bei Decken die Schalldämmung bei geringem Masseeintrag verbessern.

Innerhalb einer **Wohnung (Wg)** gelten nach *DIN 4109* keine direkten Anforderungen an die Luftschalldämmung. Dies ermöglicht es den Masseeintrag zu minimieren und Kosten zu sparen, indem Wände innerhalb einer **Wg** als **Gipskartonständerwand (GK)** oder aus vergleichsweise leichtem **MW** gebaut werden. Bei der Verwendung von biegeweichen Bauteilen handelt es sich nach der baustoffbezogenen Definition genau gesagt nicht mehr um einen Massivbau, sondern um eine Mischbauweise. In dieser Arbeit wurde die funktionsbezogene Definition verwendet und somit nicht zwischen Massivbauweise und Mischbauweise unterschieden.

3 Die Normen

Das Berechnungsverfahren der *DIN 4109:1989* galt bereits kurz nach der Veröffentlichung als veraltet. Aus diesem Grund wurde eine Überarbeitung in Auftrag gegeben, wobei sich früh herausstellte, dass das Berechnungsverfahren komplett überarbeitet werden muss [1]. Im letzten Jahr ist ein Entwurf der neuen *DIN 4109* erschienen. In der Zwischenzeit wurde auf europäischer Basis ein neues Berechnungsverfahren für die Prognose der Schalldämmung in Gebäuden entwickelt und als *DIN EN 12354* veröffentlicht. Das neue Berechnungsverfahren orientiert sich an dieser Norm. Ein gravierender Unterschied des alten und neuen Berechnungsverfahrens liegt in der Behandlung der flankierenden Bauteile.

Die *DIN 4109* [12] wurde im Jahr 1989 vom [Normenausschuss Bauwesen im DIN \(NABau\)](#) baurechtlich eingeführt und definiert die Mindestanforderungen an den Schallschutz in Gebäuden. Sie dient dem Schutz vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung in Aufenthaltsräumen. Zur Planung von Gebäuden sind das Berechnungsverfahren und Ausführungsbeispiele im [Beiblatt 1 zu DIN 4109 \(DIN 4109 Bbl 1\)](#) [10] festgelegt. Angaben für den erhöhten Schallschutz und Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich befinden sich im [Beiblatt 2 zu DIN 4109](#) [11].

Im Jahr 2013 wurde ein Entwurf für die Neufassung der *DIN 4109* vom [NABau](#) der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Der Normentwurf ist thematisch in verschiedene Teile gegliedert. Der *EDIN 4109 Teil 1* [16] beinhaltet die Anforderungen an den Schallschutz. Angaben für einen erhöhten Schallschutz sind im Normentwurf nicht enthalten. Diese sind zukünftig der *VDI 4100* [22] zu entnehmen. Das Berechnungsverfahren wird in der *EDIN 4109 Teil 2* [17] beschrieben, wobei die Eingangsdaten zu diesem Verfahren im *Teil 3* des Normentwurfs zu finden sind. *Teil 3* besteht wiederum aus mehreren Teilen. Für den Massivbau benötigt man *Teil 32* [18] mit den Eingangsdaten für den Massivbau, *Teil 33* [19] für Innenwände in Trockenbauweise und *Teil 34* [20] für Vorsatzschalen vor massiven Bauteilen und schwimmende Estriche. Das Berechnungsverfahren dieses Entwurfs entspricht dem vereinfachten Berechnungsverfahren nach der *DIN EN 12354 Teil 1* [13].

3.1 Das Berechnungsverfahren nach DIN 4109:1989

Die Bestimmung des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes $R'_{w,R}$ eines Massivbauteils erfolgt anhand der *Tabelle 1* des [DIN 4109 Bbl 1](#) für Trennwände und Decken ohne Aufbauten und anhand der *Tabelle 12* des [DIN 4109 Bbl 1](#) für Decken mit schwimmendem Estrich. Diese Tabellen beinhalten die bewerteten Bau-Schalldämm-Maße in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse m'' für einschalige, biegesteife Wände und

Massivdecken. Das Bau-Schalldämm-Maß wird auf ganze Dezibel gerundet angegeben. Zur Berechnung der flächenbezogenen Masse werden sowohl das Grundbauteil, als auch eventuell aufgetragene Putzschichten beachtet. Die flächenbezogene Masse berechnet sich aus

$$m'' = \rho h + m''_{\text{putz}}. \quad (3.1)$$

Die Rohdichte von Stahlbeton entspricht $\rho = 2300 \text{ kg m}^{-3}$ und die Wandrohndichte ρ von Mauerwerk wird nach *Tabelle 3* des *DIN 4109 Bbl 1* bestimmt. Diese Tabelle beinhaltet die Wandrohndichte in Abhängigkeit von der Steinrohndichte und der Art des Mörtels. Die flächenbezogene Masse des Putzes m''_{putz} wird nach *Tabelle 4* des *DIN 4109 Bbl 1* bestimmt. Diese Tabelle beinhaltet die flächenbezogene Masse von Putz in Abhängigkeit der Putzart und Putzdicke. Für die Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit wurde der ungünstigste Fall betrachtet und mit einer flächenbezogenen Masse von 10 kg m^{-2} pro Putzschicht gerechnet. Dabei wurde abhängig vom Bauteil kein, einseitiger oder beidseitiger Putz auf dem Bauteil berücksichtigt (siehe *Tabelle 3.1*).

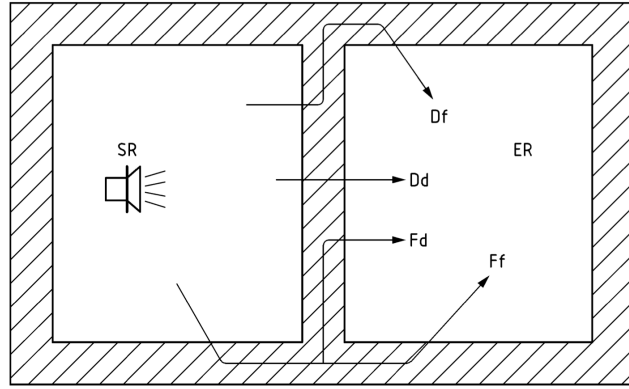
Tabelle 3.1: Berücksichtigte Putzschichten abhängig vom Bauteil

Bauteil	Putz
Innenwand	beidseitig
Außenwand	einseitig
Decke	keiner

Flankierende Bauteile werden in dem *DIN 4109 Bbl 1* pauschal betrachtet, indem der Korrekturwert K_1 in Abhängigkeit von der mittleren flächenbezogenen Masse $m''_{L,\text{mittel}}$ der flankierenden Bauteile in die Berechnung eingeht. Dazu werden die flächenbezogenen Massen der unverkleideten, biegesteifen flankierenden Bauteile arithmetisch gemittelt. Bei einer mittleren flächenbezogenen Masse von 300 kg m^{-2} erfolgt nie eine Korrektur. Der Korrekturwert in Abhängigkeit des Bauteils ist in *Tabelle 13* des *DIN 4109 Bbl 1* enthalten. Die Werte für den Korrekturwert für Wände und Decken ohne Aufbauten sind in *Zeile 1* dargestellt und für Decken mit schwimmendem Estrich in *Zeile 3*. Wenn ein Flankenbauteil aus unterschiedlichen Baustoffen bestand, wurde bei den Berechnungen angenommen, dass das schalltechnisch schwächste Bauteil auf der gesamten Flanke vorhanden ist.

3.2 Das Berechnungsverfahren nach E DIN 4109:2013

Im Berechnungsverfahren der *E DIN Teil 2* [17] wird das Bau-Schalldämm-Maß eines Trennbauteils durch die energetische Addition aller beteiligten Schallübertragungswege bestimmt (siehe *Abbildung 3.1*).

**Legende**

- SR Senderraum
- ER Empfangsraum
- Ff Flankenübertragung des flankierenden Bauteils
- Fd Flankenübertragung des trennenden Bauteils
- Df direkte Flankenübertragung über Wand
- Dd direkte Schallübertragung über Wand

Abbildung 3.1: Zu berücksichtigende Schallübertragungswege nach dem Berechnungsverfahren der *EDIN 4109 Teil 2* (Quelle: [17])

Im Normalfall ergeben sich 13 Schallübertragungswege, wobei zwölf von ihnen flankierende Bauteile enthalten. Bestehen einzelne flankierende Bauteile aus mehr als einem Werkstoff, so können weitere Schallübertragungswege entstehen. Durch die energetische Addition begrenzt das schalltechnisch schwächste Bauteil das maximal erreichbare Bau-Schalldämm-Maß. Die Formel zur Berechnung des Bau-Schalldämm-Maßes lautet

$$R'_w = -10 \lg \left(10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10 \text{ dB}}} + \sum_{f=1}^n 10^{-\frac{R_{Df,w}}{10 \text{ dB}}} + \sum_{F=1}^n 10^{-\frac{R_{Fd,w}}{10 \text{ dB}}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-\frac{R_{Ff,w}}{10 \text{ dB}}} \right) \text{ dB}, \quad (3.2)$$

wobei „Dd“ der Direktübertragung über das Trennbauteil und „Df“, „Fd“ und „Ff“ den Flankenübertragungen entspricht. Großbuchstaben stehen für die senderraumseitigen, angeregten Bauteile und Kleinbuchstaben für die empfangsraumseitigen, abstrahlenden Bauteile. Die Berechnung der Flanken-Schalldämm-Maße ist von den Baustoffen der Flanken abhängig. Vorsatzschalen und schwimmende Estriche werden gesondert durch ein Schalldämm-Verbesserungsmaß beachtet. Des Weiteren ist bei der Berechnung des Bau-Schalldämm-Maßes ein Sicherheitsabschlag von 2 dB vorzusehen. Es wird jeweils auf eine Nachkommastelle gerundet.

Das bewertete Schalldämm-Maß berechnet sich für Stahlbeton und Mauerwerk nach der Beziehung

$$R_w = 30,9 \lg \left(\frac{m''}{m_0''} \right) \text{ dB} - 22,2 \text{ dB} \quad (3.3)$$

für flächenbezogene Massen von $65 \text{ kg m}^{-2} < m'' < 720 \text{ kg m}^{-2}$ mit der Bezugsgröße $m_0'' = 1 \text{ kg m}^{-2}$. Die Berechnung der flächenbezogenen Masse erfolgt für Stahlbeton nach Gleichung (3.1), wobei eine Rohdichte von $\rho = 2400 \text{ kg m}^{-3}$ angesetzt wird, und

für Mauerwerk mit Normalmörtel nach

$$m'' = h(900 \cdot RDK + 100) \text{ kg m}^{-3} + m''_{\text{Putz}}, \quad (3.4)$$

wobei RDK der Rohdichteklasse des Mauerwerks entspricht. Hochlochziegel mit einer Dicke $h \leq 0,240 \text{ m}$ werden wie homogenes Mauerwerk betrachtet, wobei die tatsächliche Schalldämmung unter der berechneten liegen kann. Für dickere Hochlochziegel muss das Schalldämm-Maß einem Prüfzeugnis entnommen werden. Putzschichten werden wie im [Abschnitt 3.1](#) mit 10 kg m^{-2} angesetzt.

Im ersten Normentwurf aus dem Jahr 2006 war eine Berechnung der Standard-Schallpegeldifferenzen vorgesehen. Im derzeitigen Entwurf hat man sich für die Rückkehr zu den Bau-Schalldämm-Maßen entschieden. Eine Umrechnung der Bau-Schalldämm-Maße in Standard-Schallpegeldifferenzen ist nun im informativen *Anhang A* des Normentwurfs enthalten. Für den Luftschallschutz gilt:

$$D_{n,T,w} = R'_w + 10 \lg \left(\frac{0,32 V_E}{S_S \cdot 1 \text{ m}} \right) \text{ dB}. \quad (3.5)$$

Bei Bedarf kann eine Berechnung des Schallschutzes anhand der Standard-Schallpegeldifferenz erfolgen. Der pauschale Sicherheitsabschlag beträgt auch hier 2 dB.

3.2.1 Flankierende Bauteile

Nach der *EDIN 4109 Teil 2* [17] werden die Schalldämm-Maße aller flankierenden Bauteile getrennt ermittelt. Besteht ein flankierendes Bauteil aus mehreren Baustoffen, die jeweils an das Trennbauteil grenzen, so werden die einzelnen Wandanteile getrennt betrachtet. Besteht ein flankierendes Bauteil auf beiden Seiten des Trennbauteils aus unterschiedlichen Materialien oder Dicken, so werden die beiden flächenbezogenen Massen arithmetisch gemittelt. Im Fall von versetzten Grundrissen mit einem Versatz größer als $0,5 \text{ m}$ wird die Fortsetzung des Trennbauteils als flankierendes Bauteil betrachtet. Bei geringerem Versatz wird angenommen, dass kein Versatz besteht. Ist die gemeinsame Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum kleiner als 8 m^2 , so wird für die Berechnung des Schalldämm-Maßes $S_S = 8 \text{ m}^2$ angesetzt. Abgesehen davon ist die Behandlung der flankierenden Bauteile von ihren Baustoffen abhängig.

Massive flankierende Bauteile

Bei massiven flankierenden Bauteilen ist für die Berechnung des Flanken-Schalldämm-Maßes $R_{ij,w}$ neben den Schalldämm-Maßen der Bauteile $R_{i,w}$ und $R_{j,w}$ auch das Stoßstielendämm-Maß K_{ij} wichtig. Dies beschreibt die Schalldämmung an der Bauteilverbindung im Bereich des Trennbauteils. Zudem ist die Kopplungslänge l_f des Trennbauteils und des Flankenbauteils entscheidend. Das Flanken-Schalldämm-Maß besteht somit aus

folgenden Komponenten:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \lg \left(\frac{S_S}{l_0 l_f} \right) \text{ dB}, \quad (3.6)$$

wobei $\Delta R_{ij,w}$ dem Gesamtverbesserungsmaß von Vorsatzkonstruktionen, S_S der gemeinsamen Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum und l_0 der Bezugskopplungslänge entspricht. Die einzelnen Schalldämm-Maße $R_{i,w}$ und $R_{j,w}$ werden nach [Gleichung \(3.3\)](#) berechnet. Die Bestimmung des Gesamtverbesserungsmaßes wird im [Unterabschnitt 3.2.2](#) beschrieben.

Als Stoßstelle gelten Änderungen in der Körperschallausbreitung. Hierzu zählen Materialwechsel, Querschnittsänderungen und Bauteilverbindungen. Die Stoßstellendämm-Maße sind von der Art des Stoßes und den flächenbezogenen Massen der angrenzenden Bauteile abhängig. Die flächenbezogenen Massen des Flankenbauteils m''_i und des darauf senkrecht stehenden Bauteils $m''_{\perp,i}$ werden für die Berechnung wie folgt einbezogen:

$$M = \lg \left(\frac{m''_{\perp,i}}{m''_i} \right). \quad (3.7)$$

Für den T-Stoß (siehe linkes Bild in [Abbildung 3.2](#)) wird das Stoßstellendämm-Maß nach

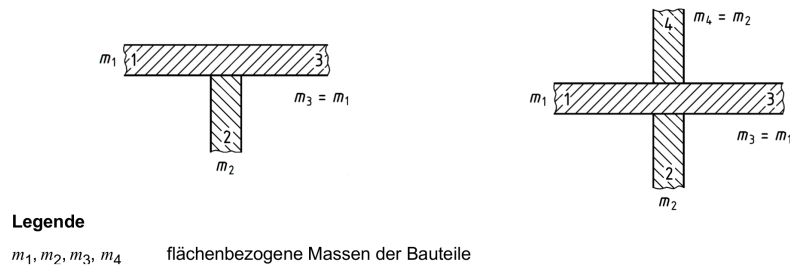


Abbildung 3.2: T-Stoß und Kreuzstoß; 1 $\hat{=}$ Flankenbauteil F, 2 $\hat{=}$ Direktbauteil, 3 $\hat{=}$ Flankenbauteil f, 4 $\hat{=}$ Fortsetzung Direktbauteil (Quelle: [18])

folgenden Gleichungen berechnet:

$$K_{Df} = K_{Fd} = 4,7 \text{ dB} + 5,7 M^2 \text{ dB} \quad (3.8)$$

$$K_{Ff} = \begin{cases} 5,7 \text{ dB} + 14,1 M \text{ dB} + 5,7 M^2 \text{ dB} & \text{bei } M < 0,215 \\ 8 \text{ dB} + 6,8 M \text{ dB} & \text{bei } M \geq 0,215. \end{cases} \quad (3.9)$$

Für den Kreuzstoß (siehe rechtes Bild in [Abbildung 3.2](#)) gilt:

$$K_{Df} = K_{Fd} = 5,7 \text{ dB} + 15,4 M^2 \text{ dB} \quad (3.10)$$

$$K_{Ff} = \begin{cases} 8,7 \text{ dB} + 17,1 M \text{ dB} + 5,7 M^2 \text{ dB} & \text{bei } M < 0,182 \\ 9,6 \text{ dB} + 11 M \text{ dB} & \text{bei } M \geq 0,182. \end{cases} \quad (3.11)$$

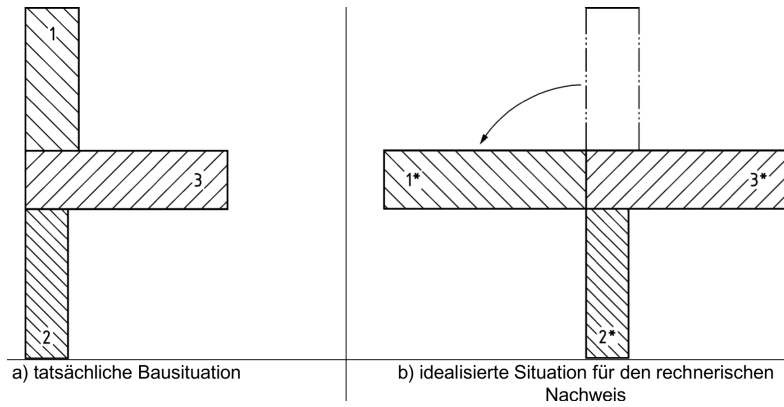


Abbildung 3.3: Tatsächliche und idealisierte Bausituation für den abknickenden T-Stoß; 1 $\hat{=}$ tatsächliches Flankenbauteil F, 1* $\hat{=}$ idealisiertes Flankenbauteil F, 2 $\hat{=}$ tatsächliches Direktbauteil, 2* $\hat{=}$ idealisiertes Direktbauteil, 3 $\hat{=}$ tatsächliches Flankenbauteil f, 3* $\hat{=}$ idealisiertes Flankenbauteil f (Quelle: [18])

Im Fall eines abknickenden T-Stoßes (siehe [Abbildung 3.3](#)), wie beispielsweise bei versetzten Grundrissen, werden die Stoßstellendämm-Maße wie folgt korrigiert:

$$K_{Df,Knick} = K_{Df} \quad (3.12)$$

$$K_{Fd,Knick} = K_{Fd} - 3 \text{ dB} \quad (3.13)$$

$$K_{Ff,Knick} = K_{Ff} + 3 \text{ dB}. \quad (3.14)$$

Biegeeweiche flankierende Bauteile

Nichttragende Innenwände werden teilweise als Metallständerwände mit Gipskartonbeplankung ausgeführt. Für diese Wände wird die Schalldämmung nicht über das Stoßstellendämm-Maß bestimmt, sondern nach [17] über die bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ und die Abmessungen der Wände:

$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \lg \left(\frac{l_{lab} S_S}{l_f A_0} \right) \text{ dB}, \quad (3.15)$$

mit $l_{lab} = 2,8 \text{ m}$ für Fassaden und Innenwände bei horizontaler Übertragung und $l_{lab} = 4,5 \text{ m}$ für Decken bei horizontaler Übertragung und Fassaden und Innenwänden bei vertikaler Übertragung, sowie A_0 mit 10 m^2 als Bezugsabsorptionsfläche.

Die bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz kann nach [19] für Metallständerwände über ein massives Trennbauteil mit einer flächenbezogenen Masse von $m'' \geq 350 \text{ kg m}^{-2}$ mit $D_{n,f,w} = 76 \text{ dB}$ angerechnet werden.

Der Fall, dass auf einer Seite des Trennbauteils ein biegeweiches Bauteil ist und auf der anderen Seite ein massives Bauteil anschließt, wurde in dem Normentwurf noch nicht beachtet. In diesem Fall wurde für den Übertragungsweg, welcher nur massive

Bauteile beinhaltet (z. B. R_{Df}), die Berechnung für massive flankierende Bauteile und für die anderen beiden Übertragungswege (z. B. R_{Fd} , R_{Ff}) die Berechnung für biegeeweiche flankierende Bauteile durchgeführt.

3.2.2 Vorsatzschalen und schwimmende Estriche

Die Behandlung von Vorsatzschalen oder schwimmenden Estrichen erfolgt für Direkt- und Flankenbauteile in gleicher Weise [17] und wird in *EDIN 4109-Teil 34* [20] beschrieben. Die Vorsatzkonstruktionen werden dabei bei jedem einzelnen Schallübertragungsweg getrennt behandelt und als Korrekturwert zu dem Schalldämm-Maß dieses Wegs addiert. Existiert in einem Schallübertragungsweg nur eine Vorsatzkonstruktion, so entspricht das Gesamtverbesserungsmaß dieses Wegs dem Schalldämm-Verbesserungsmaß dieser Konstruktion mit

$$\Delta R_{ij,w} = \Delta R_{i,w} \quad (3.16)$$

$$\text{bzw. } \Delta R_{ij,w} = \Delta R_{j,w} \quad (3.17)$$

Befindet sich auf einem Schallübertragungsweg mehr als eine Vorsatzkonstruktion, so ergibt sich das Gesamtverbesserungsmaß für diesen Weg folgendermaßen:

$$\Delta R_{ij,w} = \Delta R_{i,w} + \frac{\Delta R_{j,w}}{2} \quad \text{bei } \Delta R_{i,w} \geq \Delta R_{j,w} \quad (3.18)$$

$$\Delta R_{ij,w} = \Delta R_{j,w} + \frac{\Delta R_{i,w}}{2} \quad \text{bei } \Delta R_{j,w} \geq \Delta R_{i,w}. \quad (3.19)$$

Das Schalldämm-Verbesserungsmaß wird hauptsächlich durch die Resonanzfrequenz f_0 bestimmt (siehe *Tabelle 1* in [20]). Liegt die Resonanzfrequenz wie üblich unter 80 Hz, so wird es nach der Beziehung

$$\Delta R_w = 35 \text{ dB} - \frac{R_w}{2} \quad (3.20)$$

berechnet. Diese Formel gilt sowohl für schwimmende Estriche als auch für biegeeweiche Vorsatzschalen. Für biegeeweiche Vorsatzschalen kann das Schalldämm-Verbesserungsmaß auch nach der Formel

$$\Delta R_w = 74,4 \text{ dB} - 20 \lg \left(\frac{f_0}{\text{Hz}} \right) \text{ dB} - 0,5 R_w \quad (3.21)$$

berechnet werden, wenn die Resonanzfrequenz zwischen $30 \text{ Hz} \leq f_0 \leq 160 \text{ Hz}$ liegt, wobei das Schalldämm-Verbesserungsmaß auf mindestens 0 dB begrenzt wird. Die Resonanzfrequenz hängt dabei von den flächenbezogenen Massen des Grundbauteils m_1'' und der biegeweichen Vorsatzschale mit $m_2'' = 8,5 \text{ kg m}^{-2}$ für Gipskarton, sowie dem Abstand d zwischen diesen ab:

$$f_0 = 160 \text{ Hz} \sqrt{\frac{0,08 \text{ m}}{d} \left(\frac{1 \text{ kg m}^{-2}}{m_1''} + \frac{1 \text{ kg m}^{-2}}{m_2''} \right)}. \quad (3.22)$$

3.2.3 Voraussetzungen und Grenzen

Das neue Berechnungsverfahren unterliegt einigen Näherungen und Einschränkungen in der Anwendung. In der *EDIN 4109* werden diese nur selten erwähnt, sodass sie der *DIN EN 12354-1* [13] und den Beschreibungen von *Eddy Gerretsen* [2] und *Heinz-Martin Fischer* [62] entnommen werden mussten.

Das Berechnungsverfahren bezieht sich auf benachbarte Räume mit einer gemeinsamen Trennfläche. Die Bauteile sollten dabei möglichst aus einem homogenen Baustoff bestehen und auf beiden Seiten annähernd gleiche Abstrahleigenschaften aufweisen.

Für die Berechnung der Schallübertragung wird nur die Körperschallausbreitung in den Bauteilen beachtet. Dazu wird angenommen, dass sich die Luftschallfelder in den beiden Räumen und Körperschallfelder in den Bauteilen statistisch verhalten und die einzelnen Übertragungswege unabhängig voneinander sind. Sekundäre Übertragungswege, wie beispielsweise bei der Anregung einer Flanke und Abstrahlung in den Empfangsraum über die Rückwand, werden vernachlässigt. Besteht eine Flanke aus biegeweichen Baustoffen, so wird nur die dominierende Übertragung „Ff“ berücksichtigt, wobei diese pauschal über die Norm-Schallpegeldifferenz bestimmt wird.

Das vereinfachte Verfahren kann aus dem in *DIN EN 12354-1* beschriebenen, detaillierten Verfahren mit Hilfe von einigen Näherungen hergeleitet werden. Im detaillierten Verfahren werden in-situ-Werte zur Berechnung der Schalldämmung verwendet. Im vereinfachten Verfahren wird diese in-situ-Korrektur, die zur Umrechnung der Prüfstandswerte in Werte am Bau nötig ist, pauschal über den mittleren Bauverlustfaktor berücksichtigt, welcher in der Massekurve zur Bestimmung der Direkt-Schalldämm-Maße integriert ist. Die Flanken-Schalldämm-Maße werden nach dem detaillierten Verfahren wie folgt bestimmt:

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + \overline{D_{v,ij}} + 10 \lg \left(\frac{S_s}{\sqrt{S_i S_j}} \right) \text{dB.} \quad (3.23)$$

Mit der Annahme, dass die Körperschallnachhallzeit innerhalb der Bauteile vernachlässigt werden kann, für die Schalldämm-Maße die Einzahlwerte verwendet werden können und

$$\overline{D_{v,ij}} = K_{ij} - 10 \lg \left(\frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}} \right) \text{dB} \quad (3.24)$$

$$a_i = \frac{S_i}{l_0} \quad (3.25)$$

$$a_j = \frac{S_j}{l_0} \quad (3.26)$$

ergibt sich die Gleichung (3.6).

4 Ergebnisse

Zur Untersuchung des Berechnungsverfahrens wurden 21 Bauvorhaben ausgewählt, die von der *Müller-BBM GmbH* in den letzten sechs Jahren betreut wurden. Auf diese Weise wurde sichergestellt, dass die Bauweise und die verwendeten Baustoffe bekannt waren. Zur Berechnung nach dem neuen Entwurf der *DIN 4109* sind neben den Daten des Trennbauteils und der flankierenden Bauteile auch sämtliche Maße erforderlich. Hierfür müssen die Pläne der Bauvorhaben vorhanden sein. Um unterschiedliche Bauweisen zu berücksichtigen, wurden Bauvorhaben verschiedener Bauträger und Architekten gewählt. Ein weiteres Kriterium bei der Auswahl der Bauteile war, dass die Mindestanforderung der *DIN 4109* eingehalten wird. Dies konnte dadurch sichergestellt werden, dass nur Bauteile gewählt wurden, für die Güteprüfungen vorliegen. Somit kann für alle Bauteile der Zusammenhang zwischen dem berechneten und dem gemessenen Bau-Schalldämm-Maß geprüft werden. Insgesamt wurden 44 Wohnungstrennwände und 48 Wohnungstrenndecken betrachtet. Die Messergebnisse der jeweiligen Bauteile wurden folgenden Prüfzeugnissen entnommen:

- Colmdorfstraße: [31]
- Briegerstraße 1: [41]
- Briegerstraße 2: [36]
- Freiham 2: [34]
- Freiham 3: [46]
- Ottobrunn: [35, 57]
- Rümmanstraße: [37, 38]
- Oberweg/Saxhuberweg: [39, 40]
- Graf-Konrad-Straße: [32]
- Gerlichstraße: [24]
- Fasanenstraße: [29]
- Gruber Straße: [42]
- Münchener Straße: [58]
- Faustnerweg: [56]
- Hans-Döllgast-Straße: [33]
- Schlosshotel: [30, 43–45]
- Severinstraße: [47, 48]
- Nymphenburg: [25]
- Richard-Strauß-Straße: [26–28]
- Welfenstraße: [49–55]
- Neumarkt: [23]

In diesem Kapitel werden die Berechnungsergebnisse nach dem neuen Berechnungsverfahren auf unterschiedliche Zusammenhänge untersucht und mit den Berechnungsergebnissen nach dem alten Verfahren sowie Messergebnissen verglichen. Die einzelnen Berechnungsergebnisse nach dem alten und neuen Verfahren und die Messergebnisse sind für jedes Bauteil nach Bauvorhaben sortiert in [Anhang A](#) angegeben. Es werden für jedes Bauvorhaben erst die Ergebnisse der Trennwände und dann die Ergebnisse der Trenndecken aufgelistet. Einzelne Beispielberechnungen und Prüfzeugnisse sind in [Anhang B](#) zu sehen. Die Baustoffe der Trennbauteile und aller flankierenden Bauteile sind in [Anhang C](#) tabellarisch dargestellt. Sie sind in gleicher Weise sortiert wie die Ergebnisse. Wenn Mauerwerk als Baustoff verwendet wurde, ist zudem noch die Rohdichteklasse vermerkt. Eine Beschreibung der Position der Trennbauteile im jeweiligen Bauvorhaben

ist in [Anhang D](#) angegeben. Dort sind auch die zugehörigen Grundrisse für alle Bauteile abgebildet.

Im Folgenden wird anfangs die Verteilung der Berechnungsergebnisse und Messergebnisse dargestellt und analysiert. Anschließend wird das neue Berechnungsverfahren statistisch untersucht und mit der Messung und dem alten Verfahren verglichen. Zum Schluss wird der Einfluss der Trennbauteildicke und Trennfläche auf das neue Berechnungsverfahren und die Messung untersucht. Um einen Vergleich mit dem Normentwurf aus dem Jahr 2006 herzustellen, wird zudem die Standard-Schallpegeldifferenz in Abhängigkeit von der Trennfläche untersucht und mit den Messergebnissen verglichen. Da zu allen Bauteilkenngrößen wie dem Direktschalldämm-Maß und den Stoßstellendämm-Maßen bereits einige Untersuchungen durchgeführt wurden, aber nicht zu der Abhängigkeit von der Trennfläche, wurde dies zum Schluss mit einem vereinfachten Modell genauer untersucht.

4.1 Vergleiche

In diesem Abschnitt werden die Berechnungsergebnisse nach dem neuen Verfahren und dem alten Verfahren sowie die Messergebnisse untereinander verglichen und statistisch untersucht. Auf diese Weise wird der bisherige Stand dargestellt und Änderungen durch das neue Berechnungsverfahren aufgezeigt.

4.1.1 Absolute Häufigkeit der Ergebnisse

Die absoluten Häufigkeiten der Berechnungsergebnisse nach dem alten und neuen Verfahren sowie der Messergebnisse werden in [Abbildung 4.1](#) für Trenndecken und [Abbildung 4.2](#) für Trennwände dargestellt. Auf der x -Achse ist das Bau-Schalldämm-Maß R'_w zwischen 52 dB und 70 dB abgebildet. Die y -Achse zeigt die absolute Häufigkeit mit der das jeweilige Bau-Schalldämm-Maß erreicht wird.

Um die Berechnungsergebnisse nach dem neuen Verfahren mit den anderen Ergebnissen vergleichen zu können, wurden die Ergebnisse nach *EDIN 4109* auf ganze dB abgerundet. Um die Diagramme untereinander vergleichbarer zu gestalten, wurde die selbe Achseneinteilung und Farbgebung gewählt.

Die Ergebnisse für Decken unterliegen einer starken Streuung mit jeweils 7 dB für die Berechnungsverfahren und 14 dB für die Messungen. Auffällig ist zudem, dass bei den Berechnungsverfahren jeweils zwei Maxima entstehen. Für die *EDIN 4109* liegen diese bei 55 dB und 59 dB bzw. 60 dB und für die *DIN 4109* gibt es ein lokales Maximum bei 57 dB und ein globales Maximum 61 dB. Es werden keine Werte oberhalb von 61 dB berechnet. Bei der Messung verteilen sich die Ergebnisse stärker. Die Form der Verteilung ist auch anders. Es gibt lokale Maxima bei 57 dB, 61 dB, 65 dB und 68 dB. Die

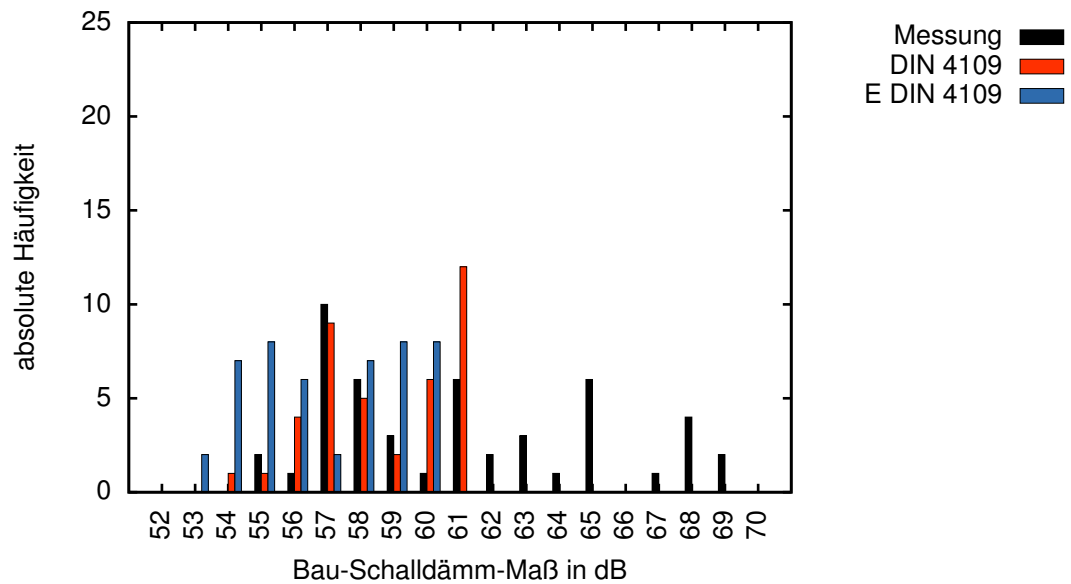


Abbildung 4.1: Decken: absolute Häufigkeit der Berechnungsergebnisse nach dem neuen und alten Verfahren sowie der Messergebnisse; die Ergebnisse des neuen Berechnungsverfahrens wurden auf ganze dB abgerundet

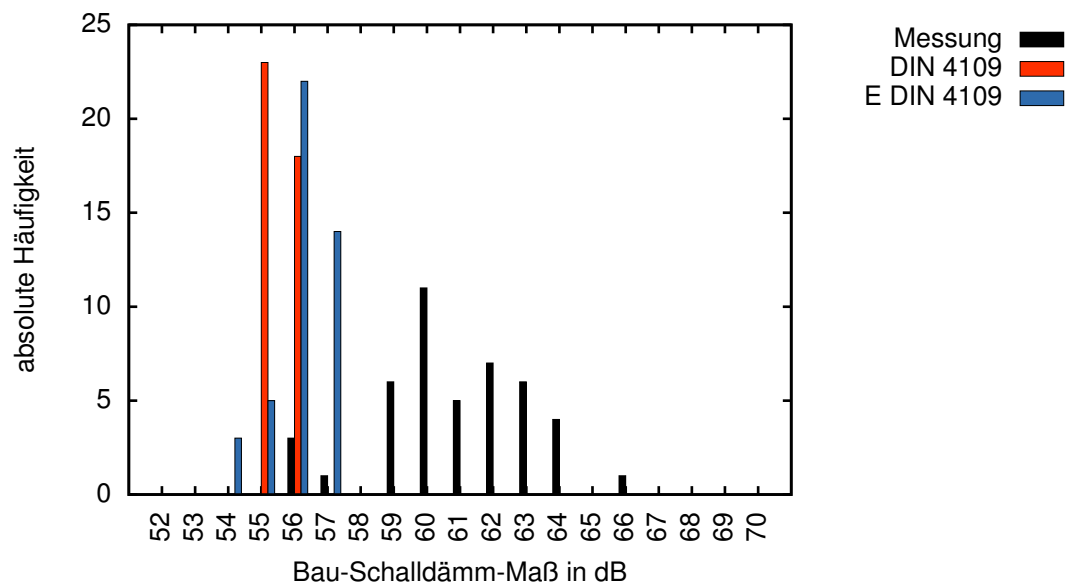


Abbildung 4.2: Wände: absolute Häufigkeit der Berechnungsergebnisse nach dem neuen und alten Verfahren sowie der Messergebnisse; die Ergebnisse des neuen Berechnungsverfahrens wurden auf ganze dB abgerundet

Messergebnisse liegen dennoch häufig im Bereich der Berechnungsergebnisse, wobei vereinzelt deutlich höhere Werte gemessen wurden.

Bei Wänden streuen die Ergebnisse deutlich weniger, sodass größere absolute Häufigkeiten erreicht werden. Die Berechnungsergebnisse nach der *DIN 4109* liegen alle bei 55 dB und 56 dB, wobei das Ergebnis nur von der Trennbauteildicke abhängt. Nach der *EDIN 4109* liegen die Berechnungsergebnisse zwischen 54 dB und 57 dB mit einem Maximum bei 56 dB und streuen somit etwas mehr als nach dem alten Berechnungsverfahren. Die Messergebnisse sind im Bereich von 56 dB bis 66 dB zu finden, wobei sich die meisten zwischen 59 dB und 64 dB befinden mit einem Maximum bei 60 dB. Es gibt keine Berechnungsergebnisse über 57 dB und keine Messergebnisse über 66 dB. Die Messergebnisse sind meistens stark von den Berechnungsergebnissen abgesetzt. Das Maximum liegt 3 dB bis 4 dB über den Maxima der Berechnungen. Die Form der Verteilung ist bei der Berechnung nach dem Verfahren der *EDIN 4109* und der Messung ähnlich. Links vom Maximum ergeben sich nur geringe Häufigkeiten und rechts davon sinkt die Häufigkeit langsam ab, wobei die Berechnung schneller begrenzt wird.

Anhand der Streuung der Berechnungsergebnisse kann man den Einfluss der flankierenden Bauteile auf das Bau-Schalldämm-Maß erkennen. Bei Decken haben die flankierenden Bauteile sowohl nach dem alten als auch nach dem neuen Berechnungsverfahren einen großen Einfluss. Bei dem alten Verfahren entsteht dieser Einfluss hauptsächlich durch den schwimmenden Estrich, sodass der Korrekturwert K_1 andere Werte annimmt, als bei einschaligen Wänden oder Decken. Für die betrachteten Trenndecken kommt es zu negativen, positiven oder keinen Korrekturen, wobei der Korrekturwert mit steigender mittlerer flächenbezogener Masse der flankierenden Bauteile größer wird. Bei den betrachteten Wänden hat dieser Korrekturwert keinen Einfluss, da die mittlere flächenbezogene Masse $m''_{L,mittel}$ der flankierenden Bauteile immer über 225 kg m^{-2} liegt und somit $K_1 = 0$ ist. Aus diesem Grund erreicht das Bau-Schalldämm-Maß für eine 0,20 m dicke Wand immer 55 dB und für eine 0,22 m dicke Wand immer 56 dB.

Bei dem neuen Verfahren haben die flankierenden Bauteile direkten Einfluss auf das Bau-Schalldämm-Maß. Für Trenndecken werden Bau-Schalldämm-Maße über 57 dB erreicht, wenn als Baustoffe der Flanken nur Stahlbeton, schweres Mauerwerk ($RDK \geq 1.8$) oder Gipskarton verwendet werden. In diesem Fall ist meistens die Trenndecke das schalltechnisch schwächste Bauteil. Bau-Schalldämm-Maße kleiner als 57 dB werden bei Verwendung von leichtem Mauerwerk ($RDK \leq 1.4$), Hochlochziegeln oder Planziegeln erreicht, sodass eine Flanke das schalltechnisch schwächste Bauteil ist. Die beiden getrennten Maxima entstehen durch die verwendeten Baustoffe. Bei Trennwänden kommt es meist zu Bau-Schalldämm-Maßen kleiner als 56 dB, wenn das schwächste Bauteil eine Flanke ist. Bei Trenndecken haben die flankierenden Bauteile einen größeren Einfluss als bei Trennwänden. Trennwände haben immer mindestens zwei Flanken mit einem hohen Schalldämm-Maß, da zwei Flanken im Massivbau meist Stahlbetondecken sind. Durch das hohe Direktschalldämm-Maß dieser Decken und dem Stoßstellendämm-Maß

ist der Einfluss, den die Decken auf das Bau-Schalldämm-Maß haben, gering. Somit können nur zwei flankierende Bauteile das Bau-Schalldämm-Maß negativ beeinflussen. Bei Trenndecken hingegen können vier schalltechnisch schlechte Bauteile als Flanken auftreten, welche einen großen Einfluss auf das Bau-Schalldämm-Maß besitzen.

4.1.2 Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109

In [Abbildung 4.3](#) für Trenndecken und [Abbildung 4.4](#) für Trennwände sind die Bau-Schalldämm-Maße nach *E DIN 4109* im Vergleich zu den Messergebnissen dargestellt. Dazu wird das Berechnungsergebnis auf der x -Achse jeweils dem Messergebnis auf der y -Achse gegenüber gestellt. Die Skalierung der Achsen ist in allen vergleichbaren Graphen identisch und reicht von 52 dB bis 70 dB.

Zusätzlich zu den Ergebnissen wird die mittlere Abweichung des Rechenwerts zum Messwert und das zugehörige 90%-Vertrauensintervall dargestellt. Dazu wurde für jedes Berechnungsergebnis die Abweichung zum Messergebnis berechnet und aus diesen Abweichungen der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung bestimmt. Zur Darstellung wurde dieser Mittelwert auf die $(x = y)$ -Gerade addiert und zusätzlich jeweils $\pm 1,64\sigma$ auf die Mittelwert-Gerade addiert.

Im Fall der Trenndecken liegen die Berechnungsergebnisse zwischen 53,5 dB und 60,7 dB. Die Berechnungsergebnisse werden auf eine Nachkommastelle angegeben. Die Messergebnisse sind auf ganze dB abgerundet und reichen von 55 dB bis 69 dB. Gewünscht ist, dass die Berechnungsergebnisse unter den Messergebnissen liegen, im Diagramm also über der $(x = y)$ -Geraden, damit die berechneten Ergebnisse immer eingehalten werden. Außer bei zwei Ergebnissen ist dies auch der Fall, wobei diese aus demselben Bauvorhaben sind. Die mittlere Abweichung des Messergebnisses vom Berechnungsergebnis beträgt 3,7 dB. Das heißt, dass im Mittel das gemessene Bau-Schalldämm-Maß 3,7 dB über dem berechneten Wert liegt. Wird an Stelle des arithmetischen Mittelwerts der Median betrachtet, so beträgt die Abweichung 3,3 dB. Da der Mittelwert im Gegensatz zum Median stark von Ausreißern beeinflusst wird, zeigt die geringe Differenz zwischen Mittelwert und Median, dass solche hier nicht vorkommen. Neben dem Mittelwert ist die Standardabweichung entscheidend. Sie gibt die Streuung der Ergebnisse um den Mittelwert an. Das 90%-Vertrauensintervall beträgt $\pm 4,4$ dB. Die untere Grenze dieses Vertrauensintervalls liegt mit $-0,7$ dB bereits im negativen Bereich, d. h. das Messergebnis liegt unter dem Berechnungsergebnis. Es wurde das Vertrauensintervall bestimmt, dessen halbe Breite genau dem Mittelwert entspricht. Sobald das Vertrauensintervall größer als dieses ist, wird die Untergrenze des Vertrauensintervalls negativ. Auf diese Weise kann bestimmt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit das berechnete Bau-Schalldämm-Maß über dem gemessenen liegt. Hier ergibt sich das 83,2%-Vertrauensintervall, sodass mit einer Wahrscheinlichkeit von 8,4% das Messergebnis unter dem Berechnungsergebnis liegt. Wird ein Bauteil genau auf die

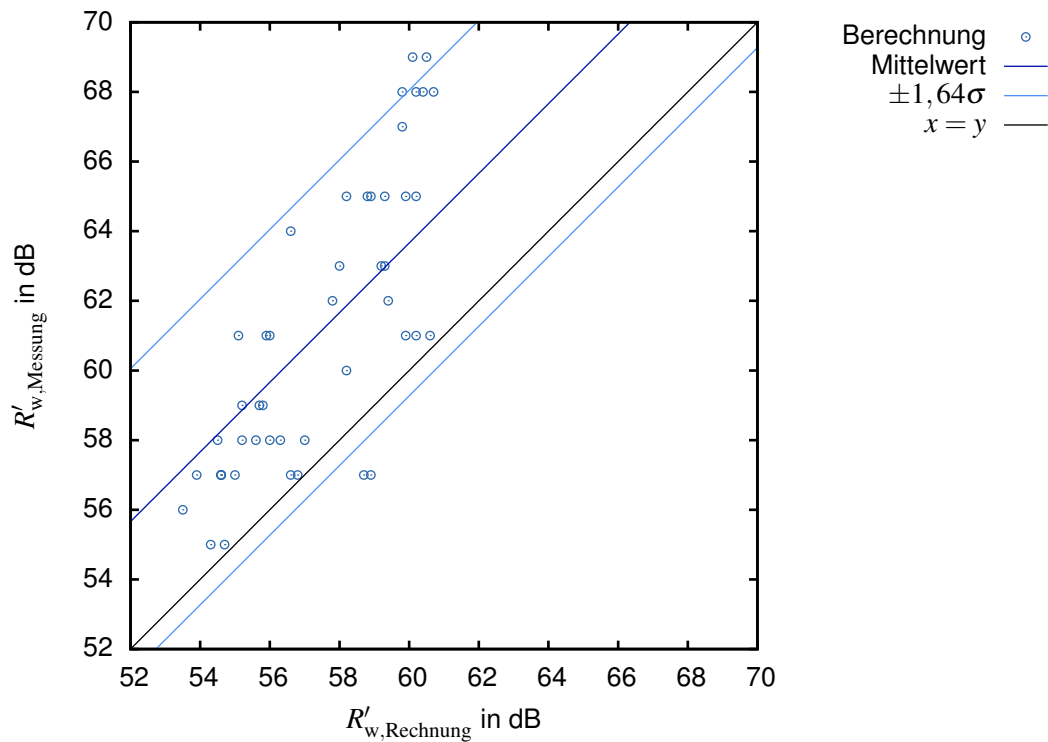


Abbildung 4.3: Decken: Berechnungsergebnisse der E DIN 4109 im Vergleich zu den Messergebnissen und deren mittlere Abweichung (3,7 dB) mit dem 90%-Vertrauensintervall ($\pm 4,4$ dB); zur besseren Orientierung wurde die ($x = y$)-Gerade eingezeichnet

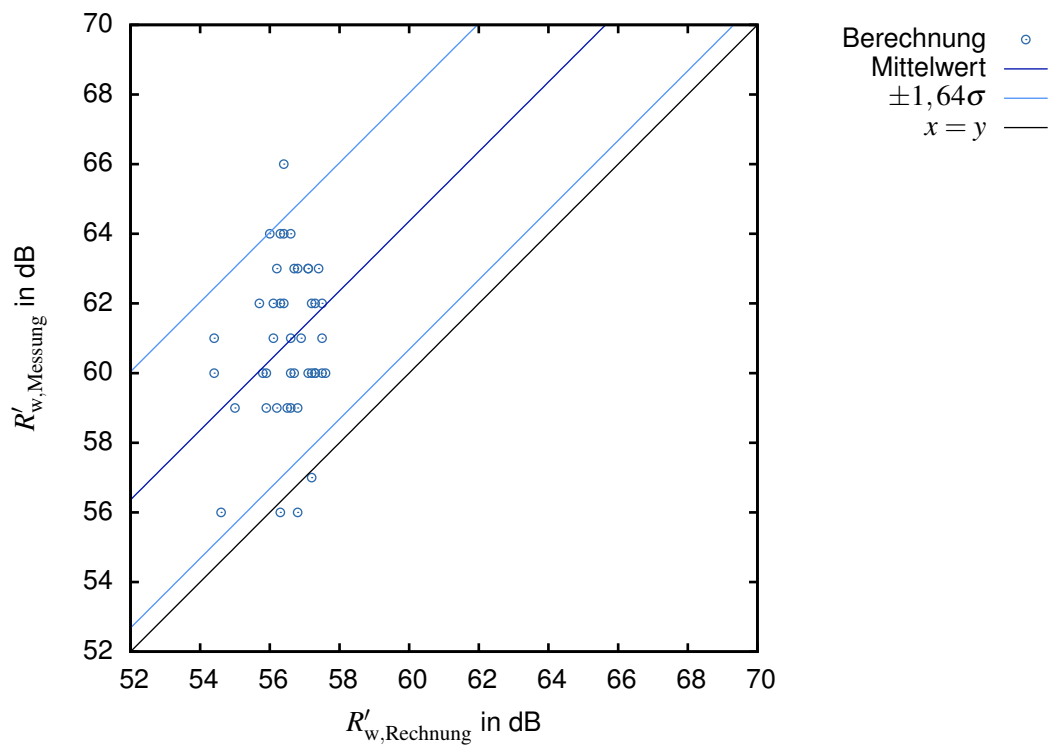


Abbildung 4.4: Wände: Berechnungsergebnisse der E DIN 4109 im Vergleich zu den Messergebnissen und deren mittlere Abweichung (4,4 dB) mit dem 90%-Vertrauensintervall ($\pm 3,7$ dB); zur besseren Orientierung wurde die ($x = y$)-Gerade eingezeichnet

Mindestanforderung ausgelegt, so wird in 8,4% der Fälle diese nicht eingehalten.

Bei Trennwänden liegen die Berechnungsergebnisse zwischen 54,4 dB und 57,6 dB und die Messergebnisse zwischen 56 dB und 66 dB. Die Streuung ist besonders bei der Berechnung sehr gering. Drei Messergebnisse liegen knapp unter den Berechnungsergebnissen. Wie auch bei den Decken wurden die Abweichungen der Messung von der Berechnung bestimmt. Der Mittelwert dieser Abweichungen beträgt 4,4 dB und deren Median ist 4,3 dB. Daraus lässt sich schließen, dass die Messergebnisse sehr gleichmäßig verteilt sind und es keine Ausreißer gibt. Aus der Standardabweichung ergibt sich das 90%-Vertrauensintervall mit $\pm 3,7$ dB. Somit ist die Obergrenze des Vertrauensintervalls bei Decken und Wänden identisch. Die Untergrenze des Intervalls liegt bei Wänden 1,4 dB höher als bei Decken und mit 0,7 dB im positiven Bereich. Das Vertrauensintervall, dessen halbe Breite dem Mittelwert der Abweichung entspricht, ist das 94,8%-Vertrauensintervall, wodurch mit einer Wahrscheinlichkeit von nur 2,6% die berechneten Werte über den gemessenen Bau-Schalldämm-Maßen liegen.

Im Mittel wird ein ca. 4 dB höheres Bau-Schalldämm-Maß am Bau erreicht als prognostiziert. Das 90%-Vertrauensintervall ist bei Decken 1,4 dB größer als bei Wänden. Die Abweichungen der Berechnungen zu den Messungen streuen stärker und die Wahrscheinlichkeit, dass die Messung das berechnete Ergebnis nicht erreicht, liegt nahezu bei 10%.

4.1.3 Vergleich zwischen Berechnung und Messung

In [Abbildung 4.5](#) für Decken und [Abbildung 4.6](#) für Wände werden die Berechnungsergebnisse nach dem alten und neuen Verfahren mit den Messergebnissen verglichen. Dazu ist wie in [Unterabschnitt 4.1.2](#) das Berechnungsergebnis auf der x -Achse und das Messergebnis auf der y -Achse dargestellt. Auch die Achseneinteilung ist identisch zu den vorherigen Abbildungen.

Anstelle des Mittelwerts und der Standardabweichung sind in diesen Abbildungen jeweils die linearen Regressionsgeraden $y = ax + b$ dargestellt. Die Regressionsgeraden werden automatisch von dem Plot-Programm „Gnuplot“ ermittelt und in der Legende ausgegeben. Sie sind in der selben Farbe dargestellt, wie die zugehörigen Wertepaare. Außerdem wird die Korrelationsmatrix ausgegeben und ist für Decken in [Gleichung \(4.1\)](#) und für Wände in [Gleichung \(4.2\)](#) dargestellt. Die Korrelationskoeffizienten geben die Güte der Regression an. Bei einem Betrag von 1 liegt zwischen den Parametern ein funktionaler Zusammenhang vor, sodass eine Veränderung des einen Parameters durch eine Veränderung des anderen Parameters ausgeglichen werden kann. Für eine gute Korrelation sollte der Betrag des Koeffizienten möglichst größer als 0,9 sein. Die Korrelationsmatrix ist jeweils für die Berechnung nach dem alten und neuen Verfahren identisch. Die Ergebnisse nach *DIN 4109* und der Messung sind auf ganze dB abgerundet, die

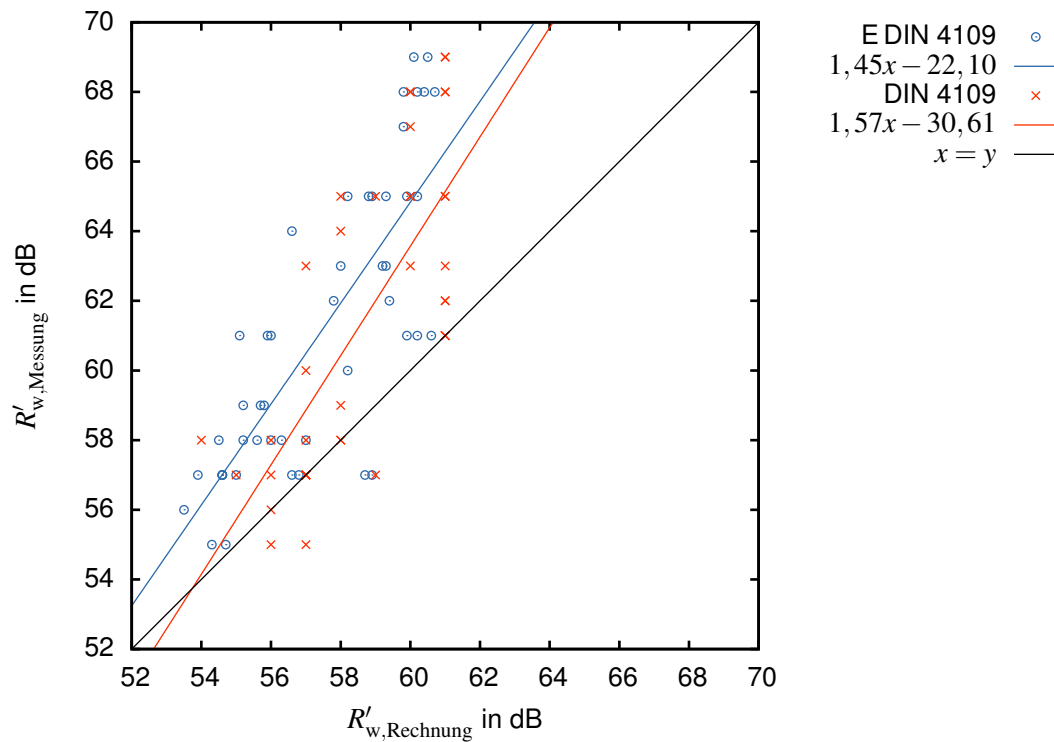


Abbildung 4.5: Decken: Berechnungsergebnisse nach dem alten und neuen Berechnungsverfahren im Vergleich mit den Messergebnissen sowie jeweils die lineare Regression; zur besseren Orientierung wurde die $(x = y)$ -Gerade eingezeichnet

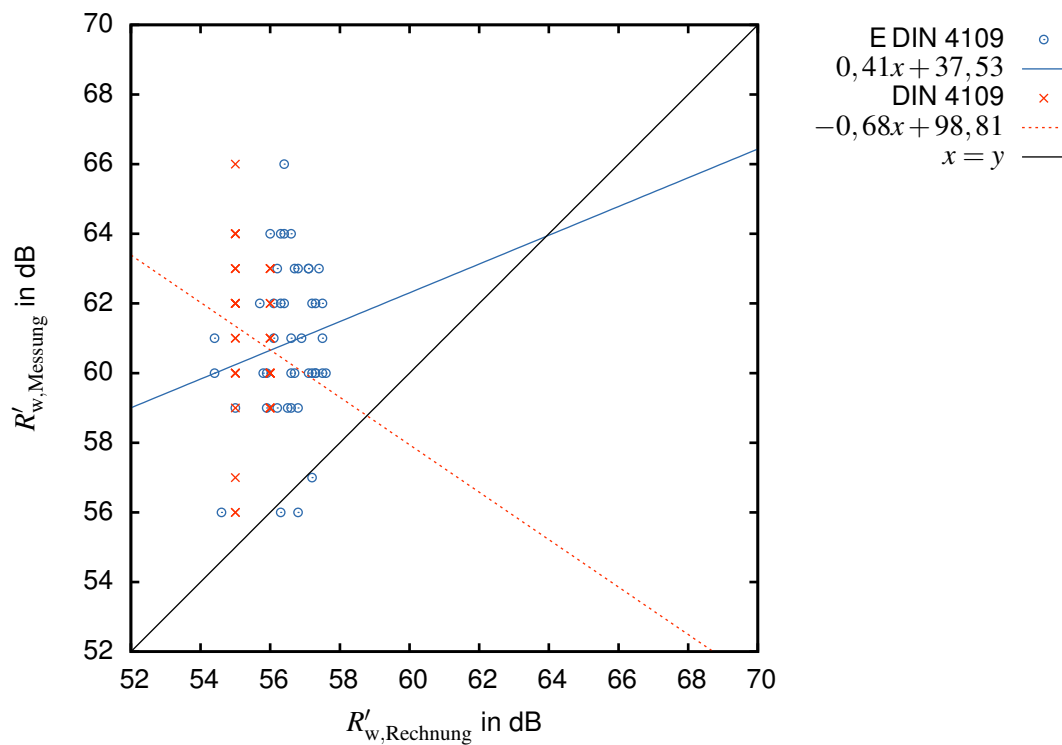


Abbildung 4.6: Wände: Berechnungsergebnisse nach beiden Verfahren im Vergleich mit Messergebnissen sowie Regressionen, für das alte Verfahren wegen negativer Steigung gestrichelt; zur besseren Orientierung wurde die $(x = y)$ -Gerade eingezeichnet

Ergebnisse nach *EDIN 4109* mit einer Nachkommastelle angegeben, da die jeweiligen Verfahren dies fordern. Außerdem wird die $(x = y)$ -Gerade gezeigt.

$$\begin{array}{cc} a & b \\ a \left(\begin{array}{cc} 1,000 & \\ -0,999 & 1,000 \end{array} \right) & \end{array} \quad (4.1)$$

$$\begin{array}{cc} a & b \\ a \left(\begin{array}{cc} 1,000 & \\ -1,000 & 1,000 \end{array} \right) & \end{array} \quad (4.2)$$

Bei Decken haben die *DIN 4109* und die *EDIN 4109* nahezu die gleiche Streuung, jedoch um ca. 0,5 dB verschoben. Die Ergebnisse der *EDIN 4109* liegen dabei unter den Ergebnissen der *DIN 4109*. Die Streuung der Messergebnisse ist doppelt so groß. Die meisten Berechnungsergebnisse liegen unter dem zugehörigen Messergebnis, außer in drei Fällen für die *DIN 4109* und zwei Fällen für die *EDIN 4109*. Die Messergebnisse liegen dann 1 dB bis 2 dB unter den Berechnungsergebnissen. In elf Fällen wird bei der Messung genau das Berechnungsergebnis nach *DIN 4109* erreicht. Nach dem neuen Verfahren liegen diese Werte im Mittel 1,2 dB unter dem Messergebnis. Genau der gleiche Wert wie in der Messung wird nach dem neuen Verfahren bei diesen Trennbauteilen nicht erreicht. Die beiden Regressionsgeraden weisen die gleiche Tendenz auf. Die Steigung der Geraden liegt jeweils deutlich über 1 und unterscheidet sich um 0,1. Die Gerade für die *EDIN 4109* ist leicht nach links verschoben. Die starke Steigung bedeutet, dass die Bau-Schalldämm-Maße überproportional gut bewertet werden. Je größer das berechnete Bau-Schalldämm-Maß ist, desto größer wird die Abweichung des Messergebnisses zum Berechnungsergebnis. Die starke Steigung bedeutet aber auch, dass sich die Regressionsgeraden mit der $(x = y)$ -Gerade schneiden. Im Fall der *DIN 4109* liegt der Schnittpunkt bei 53,7 dB und im Fall der *EDIN 4109* bei 49,1 dB. In beiden Fällen liegt der Schnittpunkt unter der Mindestanforderung an das Bau-Schalldämm-Maß und ist somit unkritisch. Nach dem alten Verfahren liegt der Schnittpunkt allerdings sehr nah an der Mindestanforderung. Bei Berechnungsergebnissen nahe an der Mindestanforderung kann es demnach leicht bei Ausführungsfehlern am Bau zu einer Unterschreitung der Mindestanforderung kommen. Das neue Verfahren liefert hier eine größere Sicherheit.

Bei Wänden gibt es eine deutlich geringere Streuung der Berechnungsergebnisse. Im alten Verfahren wurden nur zwei Werte berechnet: 55 dB und 56 dB. Die Messergebnisse lagen in allen Fällen über den berechneten Werten. Bei dem 55 dB Berechnungsergebnis kam es bei der Messung zu einer größeren Streuung. Das neue Verfahren beachtet die Schallübertragung über flankierende Bauteile stärker, sodass die Ergebnisse differenzierter sind. Die Streuung ist aber weiterhin sehr gering und es gibt keine Berechnungsergebnisse über 58 dB. In drei Situationen liegt das berechnete Bau-Schalldämm-Maß über dem gemessenen, jedoch ist die Differenz sehr gering. Wird das gemessene Bau-Schalldämm-Maß nach [15] mit einer Nachkommastelle angegeben, so liegen die

gemessenen Werte leicht über den berechneten. In einem Fall war eine nachträgliche Bewertung des gemessenen Bau-Schalldämm-Maßes auf eine Nachkommastelle nicht möglich, da die Terzwerte im Prüfzeugnis nicht angegeben wurden. Die beiden Regressionsgeraden weisen eine geringere Steigung auf als bei Decken. Im Fall der *DIN 4109* ist die Steigung negativ und schneidet die $(x = y)$ -Gerade bei 58,8 dB. Da hier aber nur zwei Werte berechnet wurden, entspricht die Regressionsgerade nicht unbedingt der Realität. Aus diesem Grund ist die Gerade gestrichelt dargestellt. Berechnungsergebnisse größer als 56 dB können die Lage der Regressionsgeraden stark beeinflussen. Ähnliches trifft auch auf die Regressionsgerade für die Berechnungsergebnisse nach der *E DIN 4109* zu. Hier ist die Steigung zwar positiv, aber deutlich kleiner als 1, sodass sie die $(x = y)$ -Gerade bei 63,6 dB schneidet. Da sich die berechneten Werte um maximal 3,2 dB unterscheiden, ist nicht sichergestellt, dass eine Regressionsgerade ein repräsentatives Ergebnis für alle in der Realität vorkommenden Trennwände in Massivbauweise liefert. Diese Regressionsgerade beschreibt, dass Wände mit einem hohen berechneten Bau-Schalldämm-Maß vergleichsweise schlechte Messergebnisse besitzen.

Nimmt man an, dass die Ergebnisse repräsentativ sind, so wird deutlich, dass die Sicherheit der Berechnung bei Decken mit steigendem berechneten Bau-Schalldämm-Maß ansteigt und bei Wänden geringer wird. Bei Decken ergeben sich durch die größere Streuung der Ergebnisse realistischere Regressionsgeraden als bei Wänden. Die Ergebnisse, die durch die verschiedenen Berechnungsverfahren ermittelt wurden, befinden sich in einem ähnlichen Bereich, wobei das neue Verfahren durch die Angabe auf eine Nachkommastelle differenziertere Ergebnisse liefert. Im Fall von Wänden wird die Prognose dadurch realistischer und im Fall von Decken steigt die Sicherheit.

Es kann nicht festgestellt werden, warum in manchen Fällen das berechnete Bau-Schalldämm-Maß durch die Messung nicht erreicht wird. Es konnten keine Gemeinsamkeiten dieser Ergebnisse gefunden werden. Es gab bis auf Stahlbeton keinen Baustoff, der in allen Bausituationen verwendet wurde. Das schalltechnisch schwächste Bauteil war teils eine Flanke, teils das Trennbau teil. Auch die Trennflächen und die Trennbau teildicken waren unterschiedlich. Das Gleiche gilt für die Bausituationen, bei denen die Messung das Berechnungsergebnis nur geringfügig überschreitet, oder diese identisch sind. Ob es bei einzelnen Situationen Baumängel gab, ist nicht bekannt.

4.1.4 Vergleich zwischen DIN 4109:1989 und E DIN 4109:2013

In [Abbildung 4.7](#) wird das neue Berechnungsverfahren mit dem alten Berechnungsverfahren für Wände und Decken verglichen. Dazu wurden die Ergebnisse des neuen Berechnungsverfahrens auf der x -Achse und die Ergebnisse des alten Verfahrens auf der y -Achse abgebildet. Die Achsen sind gleich eingeteilt und reichen von 52 dB bis 70 dB.

Wände werden meistens nach dem neuen Verfahren besser bewertet. Insgesamt gibt

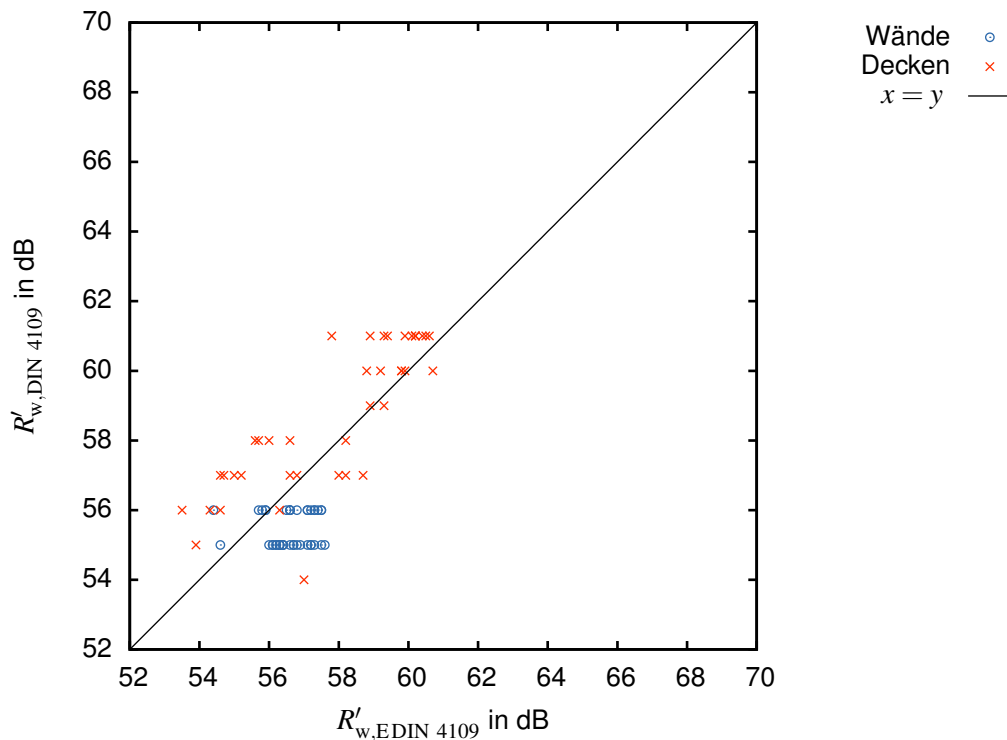


Abbildung 4.7: Berechnungsergebnisse nach dem neuen Verfahren im Vergleich mit den Berechnungsergebnissen nach dem alten Verfahren sowohl für Wände als auch für Decken; zur besseren Orientierung wurde die $(x = y)$ -Gerade eingezeichnet

es sechs Fälle, in denen das neue Verfahren das Bau-Schalldämm-Maß schlechter bewertet. Es gibt zwei Fälle, die sich deutlich von den anderen Berechnungsergebnissen abtrennen. Die anderen Werte streuen nur geringfügig. Im Mittel bewertet das neue Verfahren 1,2dB besser als das alte, wenn nur die Bausituationen beachtet werden, die nach beiden Verfahren berechnet werden konnten. In drei Fällen konnte nach dem alten Verfahren keine Berechnung durchgeführt werden, weil die Außenwand aus Planziegeln mit geringer Rohdichteklasse und schalltechnisch ungünstiger Lochung ausgeführt wurde [21].

Decken werden dagegen häufig nach dem neuen Verfahren schlechter bewertet als nach dem alten, da nur in acht Fällen das neue Verfahren besser bewertet. Im Mittel ergibt das neue Verfahren 0,8dB schlechtere Ergebnisse. In weiteren acht Fällen konnte die Berechnung nach dem alten Verfahren aufgrund der Außenwände aus Planziegeln nicht durchgeführt werden [21].

Für Wände ergeben sich nach beiden Berechnungsverfahren meist geringere Werte als für Decken. Nach dem neuen Verfahren ergeben sich für Decken mit leichten Flanken ähnliche Werte wie für Wände. Sind die Flanken der Decken aber schwer oder bestehen aus Gipskarton, so ergeben sich höhere Bau-Schalldämm-Maße. Das größte nach dem neuen Verfahren berechnete Bau-Schalldämm-Maß für Decken liegt 3,1dB über dem größten Wert für Wände. In [Unterabschnitt 4.1.3](#) wurde festgestellt, dass das alte Berech-

nungsverfahren bei Decken häufig sehr nah an der Messung lag oder genau den gleichen Wert erzielt. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, dass das neue Berechnungsverfahren die Decken etwas schlechter bewertet. Dadurch vergrößert sich die Sicherheit, dass das gemessene Ergebnis nicht unter dem berechneten Wert liegt. Bei Trennwänden ist die Sicherheit beim alten Verfahren bereits ausreichend, weshalb eine Korrektur nach unten nicht nötig ist. Dennoch wurde bei dem neuen Berechnungsverfahren in drei Fällen ein geringerer Wert bei der Messung erzielt, sodass durch die Korrektur nach oben diese Sicherheit deutlich verringert wurde.

4.2 Abhängigkeiten

In diesem Abschnitt werden die Berechnungsergebnisse nach dem neuen Verfahren und die Messergebnisse auf Abhängigkeiten von der Geometrie des Trennbauteils untersucht. Dies beinhaltet die Trennbau-teildicke und die gemeinsame Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum.

4.2.1 Abhängigkeit von der Trennbau-teildicke

In diesem Abschnitt wird die Abhängigkeit des Bau-Schalldämm-Maßes von der Trennbau-teildicke untersucht. Dazu ist in [Abbildung 4.8](#) das nach *EDIN 4109* berechnete Bau-Schalldämm-Maß in Abhängigkeit von der Trennbau-teildicke dargestellt und in [Abbildung 4.9](#) das gemessene Bau-Schalldämm-Maß. Die Trennbau-teildicken sind jeweils auf der x -Achse abgebildet und die Bau-Schalldämm-Maße auf der y -Achse. Es wurde jeweils die gleiche Achseneinteilung gewählt. Für die Trennbau-teildicke sind Werte von 0,17 m bis 0,28 m gezeigt und für das Bau-Schalldämm-Maß von 52 dB bis 70 dB.

Die Darstellung erfolgt jeweils für Wände und Decken. Zudem werden die zugehörigen Regressionsgeraden in der selben Farbe gezeigt, welche wieder automatisch durch das Plot-Programm „Gnuplot“ ermittelt und in der Legende ausgegeben wurden. Die Korrelationsmatrix ist für alle Fälle identisch und in [Gleichung \(4.3\)](#) dargestellt. Bei Wänden kamen die Trennbau-teildicken 0,20 m, 0,22 m und 0,27 m vor, bei Decken 0,18 m, 0,20 m, 0,22 m und 0,23 m.

$$\begin{matrix} & a & b \\ \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1,000 & \\ -0,998 & 1,000 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (4.3)$$

Bei den Berechnungsverfahren bestimmt die Trennbau-teildicke das Direktschalldämm-Maß und die Stoßstellendämm-Maße. Mit ihr wird die flächenbezogene Masse der Bauteile nach [Gleichung \(3.1\)](#) bestimmt. Aus diesem Grund wurde der Einfluss der Trennbau-teildicke auf das Endergebnis des Bau-Schalldämm-Maßes nach dem Berechnungsverfahren der *EDIN 4109* untersucht. Bei Trennwänden lässt sich kaum ein Einfluss

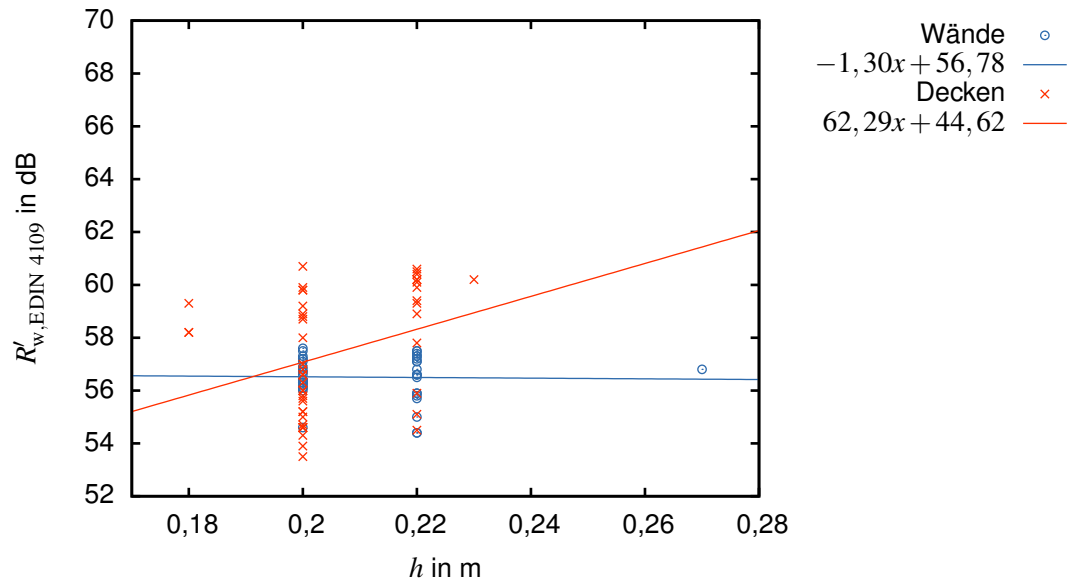


Abbildung 4.8: Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 in Abhängigkeit von der Trennbauteildicke für Decken und Wände jeweils mit Regressionsgerade

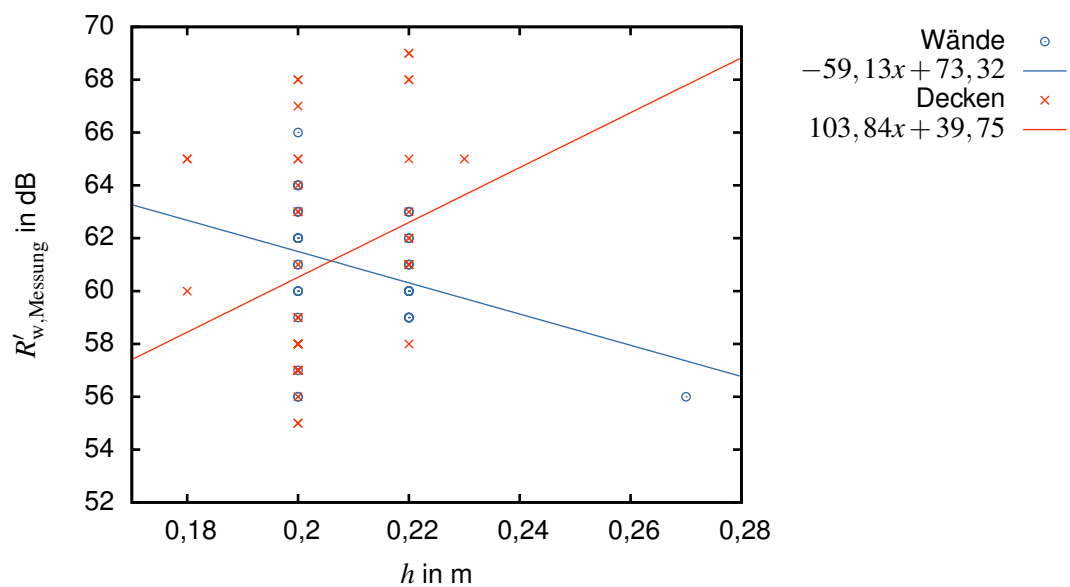


Abbildung 4.9: Messergebnisse in Abhängigkeit von der Trennbauteildicke für Decken und Wände jeweils mit Regressionsgerade

feststellen. Die Regressionsgerade hat sogar eine leicht negative Steigung. Die Werte schwanken bei den Dicken 0,20 m und 0,22 m in ähnlichem Maße und bei 0,27 m liegt nur ein Berechnungsergebnis vor. Da nur drei unterschiedliche Bauteildicken vorkommen, ist nicht sichergestellt, dass die Regressionsgerade der Realität entspricht. Um diesen Einfluss genauer zu untersuchen und aussagekräftigere Ergebnisse zu erzielen, sind mehr Bauteildicken notwendig. Erwartungsgemäß würde das Bau-Schalldämm-Maß mit größerer Dicke steigen. Dies ist bei Trenndecken der Fall. Die Ergebnisse streuen insgesamt stark, aber die Regressionsgerade hat eine positive Steigung. Da die Menge der unterschiedlichen Bauteildicken auch hier sehr gering ist, muss das Ergebnis nicht der Realität entsprechen. Betrachtet man nur die Werte bei 0,20 m und 0,22 m, so wird deutlich, dass die Streuung der Ergebnisse bei 0,22 m geringer ist.

Dieser Zusammenhang wurde außerdem für die Messung am Bau untersucht. Auch hier wird die Streuung bei größeren Bauteildicken geringer. Bei Wänden ist die Steigung der Regressionsgeraden stark abfallend. Da das Ergebnis bei 0,27 m bei der Messung sehr niedrig ausgefallen ist, kann man sagen, dass das Direktbauteil nur einen geringen Einfluss hat. Hätte das Direktbauteil einen großen Einfluss, so würde man erwarten, dass hier ein sehr viel größeres Bau-Schalldämm-Maß erreicht wird. In dieser Bausituation gibt es eine schalltechnisch sehr ungünstige Flanke – eine Außenwand aus porosierten Hochlochziegeln. Da dies der einzige Wert bei 0,27 m ist, wird die Regressionsgerade stark beeinflusst. Ohne diesen Wert ist die Steigung der Regressionsgeraden dennoch negativ. Bei Decken lässt sich der gleiche Trend feststellen wie bei der Berechnung, wobei die Regressionsgerade deutlich steiler verläuft. Das Problem der geringen Menge an Bauteildicken besteht auch hier, sodass keine repräsentativen Aussagen getroffen werden können. Es kann lediglich ein Trend festgestellt werden.

Ein Einfluss der Trennbauteildicke ist bei Wänden nicht feststellbar. Man kann davon ausgehen, dass ihr Einfluss im Vergleich zu dem Einfluss der Beschaffenheit der flankierenden Bauteile gering ist. Bei Decken ist sowohl bei Messungen als auch bei der Berechnung nach der *EDIN 4109* eine Zunahme des Bau-Schalldämm-Maßes mit der Trennbauteildicke erkennbar. Wie groß der Einfluss wirklich ist, kann wegen der geringen Anzahl an Trennbauteildicken nicht gesagt werden. Theoretisch nimmt das Schalldämm-Maß bei Verdopplung der flächenbezogenen Masse um 6 dB zu (Vgl. [7] Kapitel 5.3). Dies gilt aber nur, wenn eine Schallübertragung auf flankierende Bauteile ausgeschlossen werden kann, also für die Direktschallübertragung. Da diese Beziehung hier nicht bestätigt werden kann, kann die Schallübertragung über flankierende Bauteile bei der Berechnung des Bau-Schalldämm-Maßes nicht vernachlässigt werden.

4.2.2 Abhängigkeit von der Trennfläche

In [Abbildung 4.10](#) für Decken und [Abbildung 4.11](#) für Wände wurde die Abhängigkeit des Bau-Schalldämm-Maßes von der Trennfläche für das neue Berechnungsverfahren

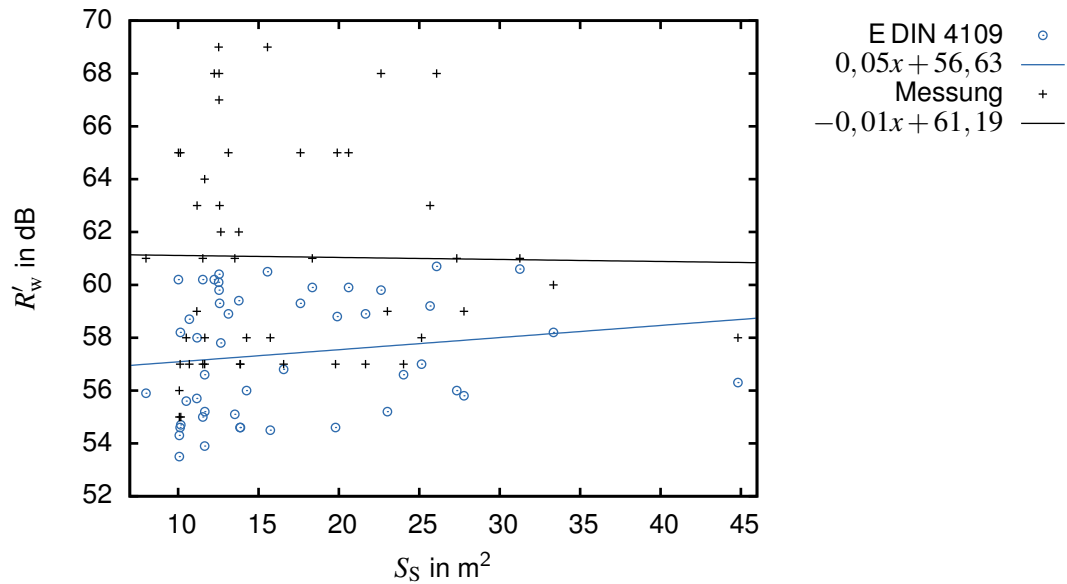


Abbildung 4.10: Decken: Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 und Messergebnisse in Abhängigkeit von der Trennfläche jeweils mit linearer Regression

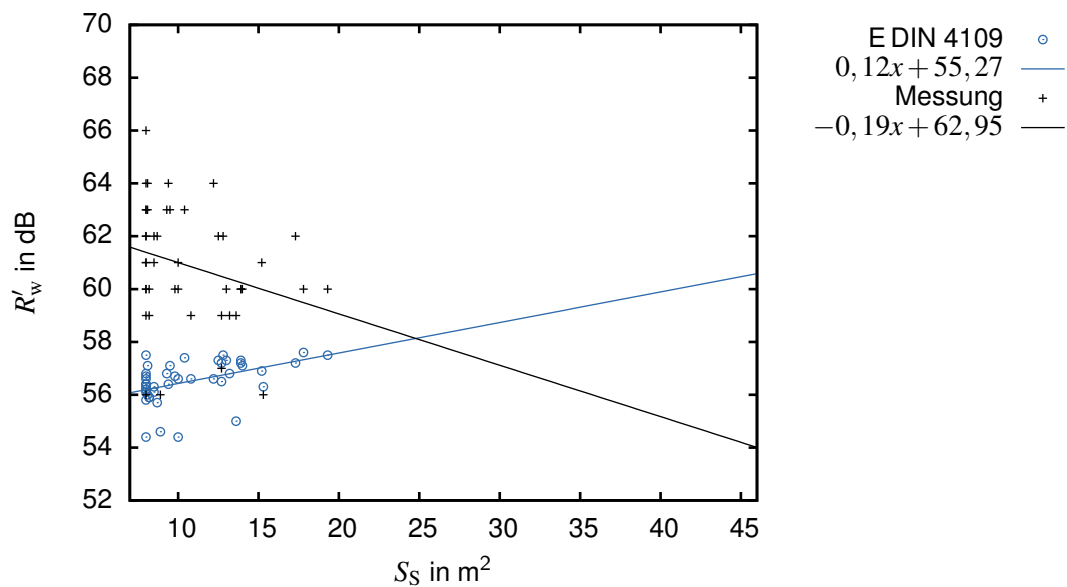


Abbildung 4.11: Wände: Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 und Messergebnisse in Abhängigkeit von der Trennfläche jeweils mit linearer Regression

und die Messung untersucht. Dazu wurde die Trennfläche auf der x -Achse und das Bau-Schalldämm-Maß auf der y -Achse dargestellt. Es wurde wiederum die gleiche Achseneinteilung gewählt. Die Trennfläche wird von 7 m^2 bis 46 m^2 dargestellt.

Nach [Gleichung \(3.6\)](#) beeinflusst die gemeinsame Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum das Schalldämm-Maß jedes Schallübertragungswegs, der flankierende Bauteile beinhaltet. Die minimale Trennfläche, die in dem Berechnungsverfahren nach der *EDIN 4109* angesetzt werden darf, beträgt 8 m^2 . Demnach wurde die Trennfläche auch für die Messung auf 8 m^2 begrenzt, um die Ergebnisse vergleichbar zu halten. Da die Trennfläche im alten Berechnungsverfahren nicht enthalten ist, wurde dies bei der Betrachtung nicht beachtet. Zudem werden jeweils die Regressionsgeraden gezeigt. Die Korrelationsmatrix ist für Decken in [Gleichung \(4.4\)](#) und für Wände in [Gleichung \(4.5\)](#) dargestellt. Sie sind für das Berechnungsverfahren und die Messung identisch.

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} a & b \end{array} \\ \begin{array}{c} a \\ b \end{array} & \left(\begin{array}{cc} 1,000 & \\ -0,913 & 1,000 \end{array} \right) \end{array} \quad (4.4)$$

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} a & b \end{array} \\ \begin{array}{c} a \\ b \end{array} & \left(\begin{array}{cc} 1,000 & \\ -0,961 & 1,000 \end{array} \right) \end{array} \quad (4.5)$$

Bei Decken liegen die meisten Trennflächen unter 28 m^2 , wobei es zwei Ergebnisse gibt, bei denen eine größere Trennfläche vorhanden war. Sowohl bei den Messungen, als auch bei den Berechnungen kommt es bei Decken zu einer großen Streuung der Ergebnisse. Diese Streuung ergibt sich unabhängig von der Trennfläche, wobei bei größeren Trennflächen weniger Ergebnisse vorhanden sind. Anhand der Regressionsgeraden lässt sich keine Abhängigkeit feststellen. Sowohl für die Messung als auch für die Berechnung hat die Regressionsgerade nahezu keine Steigung. Durch die große Streuung der Ergebnisse können keine zuverlässigen Aussagen bezüglich der Trennflächenabhängigkeit des Bau-Schalldämm-Maßes getroffen werden. Die einzelnen Ergebnisse bei sehr großen Trennflächen können die Regressionsgeraden stark beeinflussen. Hier wären mehr Ergebnisse nötig.

Bei Wänden gibt es nur Ergebnisse für Trennflächen, die kleiner als 20 m^2 sind. Deutlich größere Trennflächen für Wohnungstrennwände sind in der Praxis unüblich. Die Ergebnisse streuen bei Wänden deutlich weniger. Besonders deutlich ist dies bei den Berechnungsergebnissen. Hier ist ein klarer Trend der Ergebnisse zu erkennen. Je größer die Trennfläche ist, desto besser wird das Berechnungsergebnis. Die Regressionsgerade besitzt eine Steigung von $0,12\text{ dB m}^{-2}$. Da in [Gleichung \(3.6\)](#) die Trennfläche im Zähler steht, entspricht dieser Trend auch der Erwartung. Einige Berechnungsergebnisse liegen deutlich unter der Regressionsgeraden, aber auch diese steigen mit der Trennfläche an. Die Messergebnisse zeigen allerdings den entgegengesetzten Trend. Hier fallen

die Bau-Schalldämm-Maße mit größerer Trennfläche mit einer Steigung der Regressionsgeraden von $-0,19 \text{ dB m}^{-2}$. Die Messergebnisse streuen deutlich stärker als die Berechnungsergebnisse, werden aber eindeutig geringer, je größer die Fläche ist. Bei kleineren Flächen liegen mehr Ergebnisse vor.

Häufig wurden Trennbauteile mit geringer Trennfläche vermessen und nur vereinzelt mit für den Wohnungsbau sehr großer Trennfläche. Warum die einzelnen Bauteile zur Güteprüfung ausgewählt wurden, ist nicht bekannt. Räume mit geringer Trennfläche kommen in der Praxis häufig vor, da z. B. Schlafzimmer, Kinderzimmer und Bäder meist nur eine geringe Grundfläche besitzen. Große Trennflächen kommen in Wohnungen oft nur in Wohnzimmern oder Wohnküchen vor.

Die Abhängigkeit des berechneten Bau-Schalldämm-Maßes von der Trennfläche wurde von *Martin Schäfers* [4] exemplarisch anhand von vergleichenden Berechnungen untersucht. In seiner Arbeit wurden dazu die Trennwandlänge, die Raum-Kantenlänge für die vertikale Übertragungsrichtung und der Versatz zwischen zwei Räumen für die horizontale Übertragungsrichtung variiert. Diese Größen hängen alle mit der Trennfläche zusammen. Es wurde festgestellt, dass das Bau-Schalldämm-Maß mit größerer gemeinsamer Trennfläche zunimmt. Dies entspricht der Tendenz, die für Wände festgestellt wurde. Zusätzlich wurde der Einfluss des Versatzes auf die Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,T,w}$ untersucht. Hier zeigt sich, dass die Standard-Schallpegeldifferenz bei größerem Versatz und somit kleinerer Trennfläche zunimmt, das Bau-Schalldämm-Maß aber abnimmt. „Es wird deutlich, dass diese Kenngröße die wahrgenommene Schallübertragung besser abbildet als R'_w nach neuem Verfahren.“ ([4] S. 316) Dies wird im Folgenden genauer untersucht.

4.3 Die Standard-Schallpegeldifferenz

Dieser Abschnitt beinhaltet die Untersuchung der Standard-Schallpegeldifferenz, welche aus den Bau-Schalldämm-Maßen der Berechnung nach dem neuen Verfahren und den Messergebnissen bestimmt wurde. Die Standard-Schallpegeldifferenz wurde in dem Normentwurf der *DIN 4109* aus dem Jahr 2006 als Anforderungsgröße für den Schallschutz in Gebäuden verwendet.

4.3.1 Die Standard-Schallpegeldifferenz in Abhängigkeit von der Trennfläche

Die Abhängigkeit der Standard-Schallpegeldifferenz von der Trennfläche wird in [Abbildung 4.12](#) für Decken und in [Abbildung 4.13](#) für Wände dargestellt. Die x -Achse zeigt die Trennfläche und die y -Achse die Standard-Schallpegeldifferenz. Die Achseneinteilung wurde identisch zu der in [Unterabschnitt 4.2.2](#) gewählt.

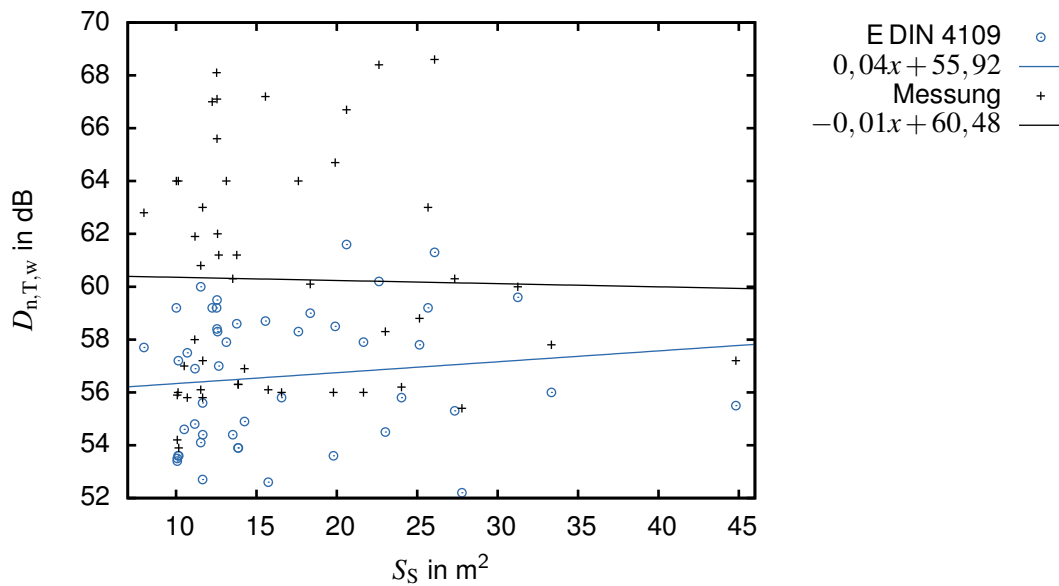


Abbildung 4.12: Decken: Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 und Messergebnisse der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,T,w}$ in Abhängigkeit von der Trennfläche jeweils mit linearer Regression

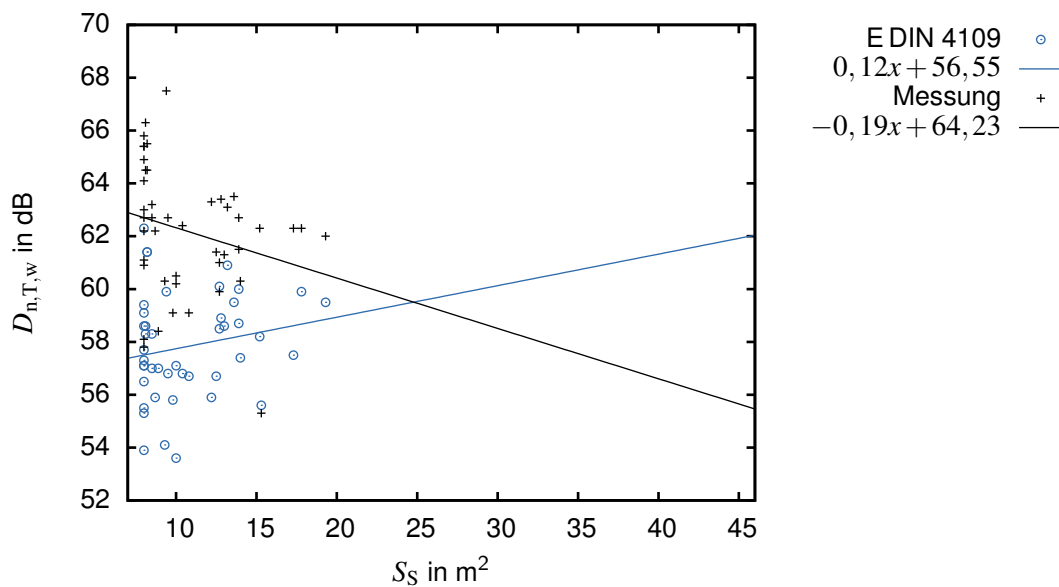


Abbildung 4.13: Wände: Berechnungsergebnisse nach E DIN 4109 und Messergebnisse der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,T,w}$ in Abhängigkeit von der Trennfläche jeweils mit linearer Regression

Die Standard-Schallpegeldifferenz wurde nach [Gleichung \(3.5\)](#) sowohl für die nach dem neuen Verfahren berechneten als auch für die gemessenen Bau-Schalldämm-Maße ermittelt. Dazu wurde das Volumen des Empfangsraums V_E den Prüfzeugnissen entnommen. Für eine bessere Vergleichbarkeit der Verfahren wurde auch hier die minimale Trennfläche auf 8 m^2 begrenzt, obwohl es nach diesem Verfahren nicht notwendig ist. Die Standard-Schallpegeldifferenzen werden sowohl für die berechneten Werte, als auch für die gemessenen Werte auf eine Nachkommastelle angegeben. Für die Ergebnisse wurden die Regressionsgeraden ermittelt. Die Korrelationsmatrix ist für Decken in [Gleichung \(4.6\)](#) und für Wände in [Gleichung \(4.7\)](#) dargestellt. Sie sind identisch mit den Korrelationsmatrizen für das Bau-Schalldämm-Maß.

$$\begin{array}{cc} & a & b \\ \begin{array}{c} a \\ b \end{array} & \begin{pmatrix} 1,000 & \\ -0,913 & 1,000 \end{pmatrix} \end{array} \quad (4.6)$$

$$\begin{array}{cc} & a & b \\ \begin{array}{c} a \\ b \end{array} & \begin{pmatrix} 1,000 & \\ -0,961 & 1,000 \end{pmatrix} \end{array} \quad (4.7)$$

Bei Decken kommt es, wie auch für das Bau-Schalldämm-Maß, zu einer großen Streuung. Für die Standard-Schallpegeldifferenz ist die Streuung mit ca. 9 dB für die berechneten Werte und ca. 15 dB für die gemessenen Werte sogar etwas größer. Die Steigung der Regressionsgeraden wird durch die Umrechnung der Bau-Schalldämm-Maße in Standard-Schallpegeldifferenzen kaum beeinflusst. Die beiden Geraden werden allerdings um ca. 1 dB nach unten verschoben. Demnach werden im Mittel bei der Standard-Schallpegeldifferenz um 1 dB geringere Werte erreicht als bei dem Bau-Schalldämm-Maß.

Bei Wänden nimmt die Streuung für die Standard-Schallpegeldifferenz im Vergleich zum Bau-Schalldämm-Maß deutlich zu. Sie steigt für die berechneten Werte von 3 dB auf 9 dB und für die gemessenen Werte von 10 dB auf 12 dB an. Auf die Steigung der Regressionsgeraden hat dies jedoch keinen Einfluss. Der einzige Unterschied liegt in der Lage der Geraden. Für die Standard-Schallpegeldifferenz werden diese im Vergleich zum Bau-Schalldämm-Maß um ca. 1 dB nach oben verschoben.

Die Umrechnung der Bau-Schalldämm-Maße in Standard-Schallpegeldifferenzen hat nur einen geringen Einfluss auf die Abhängigkeit von der Trennfläche. Der Trend bleibt in allen Fällen identisch. Bei Decken ist keine Abhängigkeit feststellbar und bei Wänden ist die Prognose gegenläufig zur Messung. Die einzigen deutlichen Unterschiede liegen in der Lage der Regressionsgeraden und der Stärke der Streuung der Ergebnisse. Bei der Lage der Regressionsgeraden ist zwischen Decken und Wänden ein entgegengesetzter Trend erkennbar. Die Standard-Schallpegeldifferenzen der Decken liegen im Mittel 1 dB unter den Bau-Schalldämm-Maßen und die der Wände 1 dB über

den Bau-Schalldämm-Maßen. Da nach [Gleichung \(3.5\)](#) die Messung und Berechnung einer Bausituation in gleicher Weise korrigiert werden, ist die Differenz zwischen den einzelnen berechneten und den gemessenen Werten für das Bau-Schalldämm-Maß und die Standard-Schallpegeldifferenz identisch. Die Streuung nimmt in allen Fällen zu, besonders bei den Wänden nach *EDIN 4109*. Die Differenz der Streuung zwischen Messung und Berechnung wird für die Standard-Schallpegeldifferenz jeweils geringer. Dies kann daran liegen, dass die Standard-Schallpegeldifferenz, wie von *Martin Schäfers* in [4] beschrieben, die Realität besser abbildet. Auf die Abhängigkeit von der Trennfläche hat die Umrechnung hier aber keinen Einfluss. Allerdings wurde von *Martin Schäfers* nur die Abhängigkeit der Standard-Schallpegeldifferenz von der Trennfläche untersucht, wenn bei gleicher Bausituation der Versatz der beiden Räume verändert wird. Dabei kam es zu einem Abfall der Standard-Schallpegeldifferenz, je größer die gemeinsame Trennfläche wurde. Ein solcher Trend lässt sich hier nicht feststellen.

4.3.2 Vergleich zwischen Berechnung und Messung der Standard-Schallpegeldifferenz

In [Abbildung 4.14](#) wird zwischen den nach dem neuen Verfahren berechneten und den gemessenen Standard-Schallpegeldifferenzen verglichen. Dazu wird die berechnete Standard-Schallpegeldifferenz auf der x -Achse und die gemessene auf der y -Achse dargestellt.

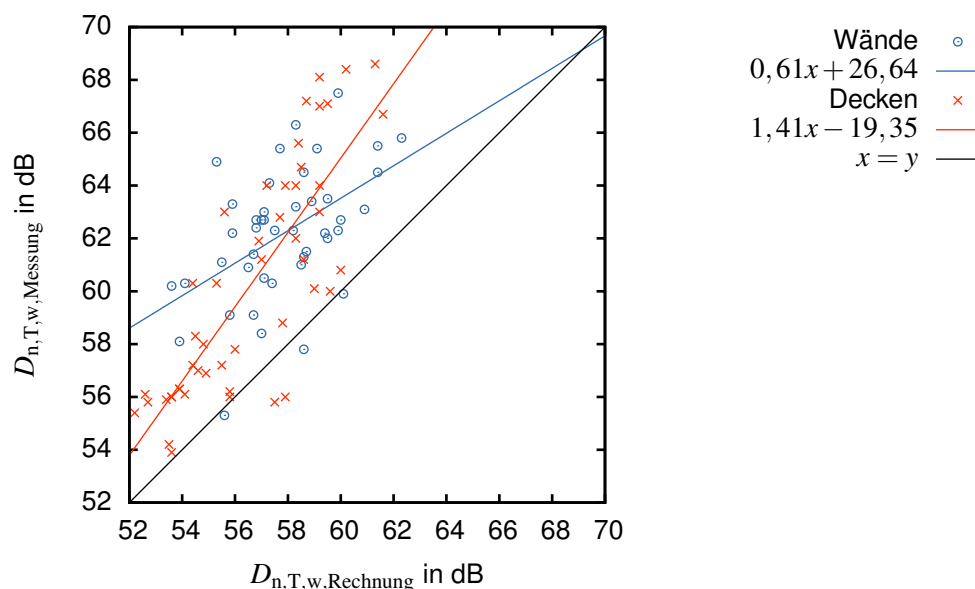


Abbildung 4.14: $D_{n,T,w}$: Berechnungsergebnisse nach dem neuen Verfahren im Vergleich mit den Messergebnissen sowohl für Wände als auch für Decken jeweils mit linearer Regression; zur besseren Orientierung wurde die $(x = y)$ -Gerade eingezeichnet

Abgebildet ist dieser Zusammenhang sowohl für Trennwände als auch für Trenndecken.

Zusätzlich wird jeweils die Regressionsgerade gezeigt. Die Korrelationsmatrix ist für beide Verfahren identisch und in [Gleichung \(4.8\)](#) dargestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit und Übersichtlichkeit wurde die selbe Achseneinteilung gewählt und die $(x = y)$ -Gerade eingezeichnet.

$$\begin{matrix} & a & b \\ \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1,000 & \\ -0,999 & 1,000 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (4.8)$$

Die Streuung der Ergebnisse ist für Decken und Wände sehr groß und liegt in einem ähnlichen Bereich. Die Berechnungsergebnisse der Decken streuen zwischen 52,2 dB und 61,6 dB und die Messergebnisse zwischen 53,9 dB und 68,6 dB. Die größere Streuung der Ergebnisse im Vergleich zu der Streuung des Bau-Schalldämm-Maßes (siehe [Abbildung 4.5](#)) hat auch Einfluss auf die Regressionsgerade. Der Trend der Regressionsgerade bleibt gleich. Bei Decken ist die Steigung größer als 1, sodass sie überproportional gute Messergebnisse liefern. Sie ändert sich nur geringfügig von 1,45 für das Bau-Schalldämm-Maß auf 1,41 für die Standard-Schallpegeldifferenz. Dadurch liegt der Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der $(x = y)$ -Gerade für die Standard-Schallpegeldifferenz bei 47,2 dB. Dies ist ca. 2 dB unter dem Schnittpunkt für das Bau-Schalldämm-Maß. Die Sicherheit, dass das berechnete Ergebnis bei einer Güteprüfung überschritten wird, wird somit größer. Besonders bei geringen berechneten Schallpegeldifferenzen ist dies wichtig, da es hier im Fall einer Unterschreitung des Berechnungsergebnisses schnell zu einer Unterschreitung der Mindestanforderung kommen kann.

Bei Wänden liegt die Streuung der Berechnungsergebnisse zwischen 53,6 dB und 62,3 dB und der Messergebnisse zwischen 55,3 dB und 67,5 dB. Dies ist ein starker Unterschied zu dem Bau-Schalldämm-Maß (siehe [Abbildung 4.6](#)), wo die Streuung der Berechnungsergebnisse nur 3 dB beträgt. Die Regressionsgerade wird durch diese deutlich größere Streuung stark beeinflusst. Die Steigung ändert sich von 0,41 für das Bau-Schalldämm-Maß auf 0,61 für die Standard-Schallpegeldifferenz. Sie ist somit immer noch kleiner als 1, sodass höhere berechnete Standard-Schallpegeldifferenzen zu vergleichsweise kleineren Messergebnissen führen. Der Schnittpunkt mit der $(x = y)$ -Geraden liegt bei 68,3 dB und somit ca. 5 dB über dem Schnittpunkt für das Bau-Schalldämm-Maß. In der Praxis werden durch die aufwändigere und teurere Bauweise derart hohe Standard-Schallpegeldifferenzen wahrscheinlich nur selten erreicht, weshalb dieser Schnittpunkt weniger kritisch ist. Zudem kann es sein, dass sich die Regressionsgerade verändert, wenn derart hohe berechnete Standard-Schallpegeldifferenzen einbezogen werden.

Das Verhältnis aus dem Volumen des Empfangsraums zu der gemeinsamen Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum hat besonders bei Wänden einen großen Einfluss. Die Streuung der Berechnungsergebnisse nimmt im Vergleich zu der Streuung bei der Berechnung des Bau-Schalldämm-Maßes stark zu. Dadurch unterscheidet sich die Streuung der Berechnungsergebnisse nicht mehr so stark von der der Messergeb-

nisse. Zudem werden durch die größere Streuung die Regressionsgeraden plausibler und aussagekräftiger, als die des Bau-Schalldämm-Maßes. Der Trend der Regressionsgeraden bleibt aber erhalten. Da sowohl die einzelnen Messergebnisse als auch die zugehörigen Berechnungsergebnisse mit dem selben Wert korrigiert wurden, bleibt die mittlere Abweichung der Berechnung zur Messung gleich. Die Umrechnung in Standard-Schallpegeldifferenzen hat somit keinen Einfluss auf die Standardabweichung. Dennoch stimmen die Berechnungsergebnisse der Standard-Schallpegeldifferenz besser mit den Messergebnissen überein. Die ursprüngliche Idee, für eine neue *DIN 4109* die Anforderungsgrößen zu nachhallzeitbezogenen Größen zu ändern ist nachvollziehbar. Nach der Gleichung (3.5) ist die Berechnung der Standard-Schallpegeldifferenz auch nur geringfügig aufwändiger als die Berechnung des Bau-Schalldämm-Maßes, da als einzige weitere Einflussgröße das Volumen des Empfangsraums in die Berechnung eingeht. Die Verwendung des Bau-Schalldämm-Maßes zur Festlegung der akustischen Qualität eines Gebäudes wird auch von *Wolfgang Moll* [3] kritisiert. Dort wird die mangelnde Vergleichbarkeit von kleinen und großen Räumen beschrieben, die durch die Verwendung des Bau-Schalldämm-Maßes entsteht und mit der Standard-Schallpegeldifferenz vermieden wird.

4.4 Analyse der Trennflächenabhängigkeit

In diesem Abschnitt wird die Trennflächenabhängigkeit am Beispiel einer Trennwand sowohl für das Bau-Schalldämm-Maß als auch für die Standard-Schallpegeldifferenz untersucht. Die Analyse wurde nicht für ein reales Beispiel durchgeführt und unterliegt starken Vereinfachungen. Dazu wurde die umgestellte Formel für das Bau-Schalldämm-Maß nach *Heinz-Martin Fischer* [62] verwendet:

$$R' = -10 \lg \left(10^{-\frac{R_{Dd}}{10 \text{ dB}}} + \frac{l_0}{S_S} \sum_{k=1}^n l_{f,k} 10^{-\frac{\left(\frac{R_{i,k} + R_{j,k}}{2} + \Delta R_{ij,k} + K_{ij,k} \right)}{10 \text{ dB}}} \right) \text{ dB.} \quad (4.9)$$

Mit der Annahme, dass alle flankierenden Bauteile identisch sind, keine Vorsatzschalen vorkommen und die Räume nicht gegeneinander versetzt angeordnet sind, lässt sich diese Gleichung zu

$$R' = -10 \lg \left(10^{-\frac{R_{Dd}}{10 \text{ dB}}} + \frac{l_{f1} + l_{f2}}{l_{f1} l_{f2}} l_0 (2R_{Ff}^* + 2R_{Df}^* + 2R_{Fd}^*) \right) \text{ dB,} \quad (4.10)$$

vereinfachen, wobei l_{f1} der Trennwandhöhe, l_{f2} der Trennwandlänge und

$$R_{ij}^* = 10^{-\frac{\left(\frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} \right)}{10 \text{ dB}}} \quad (4.11)$$

entspricht. Vereinfachend kann der Anteil der Direktschallübertragung als a , der Anteil der Nebenwegsübertragung als b und die Höhe der Trennfläche als konstant mit c

bezeichnet werden. Die Trennflächenabhängigkeit kann somit als Abhängigkeit von der Trennwandlänge angesehen werden:

$$R' = -10 \lg \left(a + \frac{c + l_{f2}}{cl_{f2}} b \right) \text{ dB.} \quad (4.12)$$

Die Umrechnung in die Standard-Schallpegeldifferenz erfolgt nach [Gleichung \(3.5\)](#). Mit den gleichen Vereinfachungen folgt hierfür:

$$D_{n,T} = -10 \lg \left(\frac{a}{0,32t} + \frac{c + l_{f2}}{0,32tcl_{f2}} b \right) \text{ dB,} \quad (4.13)$$

wobei t der Tiefe des Empfangsraums entspricht.

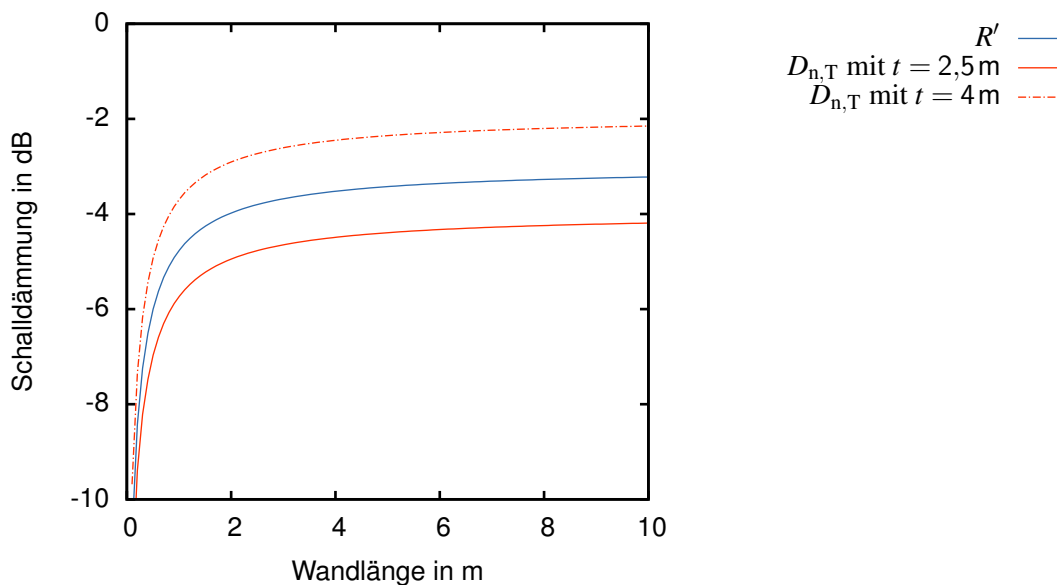


Abbildung 4.15: Exemplarische Darstellung der Trennflächenabhängigkeit von R' und $D_{n,T}$ für unterschiedliche Raumtiefen t durch Veränderung der Wandlänge

Diese Funktionen sind in [Abbildung 4.15](#) gezeigt, wobei die Konstanten $a = b = c = 1$ sind und für t der in der Legende beschriebene Wert verwendet wurde. Die Abbildung stellt nur die Abhängigkeit von der Trennwandlänge im Bereich von 0 m bis 10 m dar, welche die Abhängigkeit von der Trennwandfläche symbolisiert.

Die Funktionen besitzen alle die gleiche Form und sind lediglich in der Höhe verschoben. Bei einer Wandlänge kleiner als 2 m steigen die Funktionen stark an und nähern sich anschließend einem Wert asymptotisch an. Bei Wandlängen größer als 4 m ist die Steigung der Funktionen nur sehr gering und verändert sich kaum. Hier kann die Funktion mit einer linearen Funktion angenähert werden.

Das Bau-Schalldämm-Maß unterscheidet sich bei der Trennflächenabhängigkeit im Fall von nicht-versetzten Räumen nicht von der Standard-Schallpegeldifferenz. Für geringe

Trennwandlängen und somit kleine Trennflächen sinkt die Schalldämmung stark ab. Aus diesem Grund wurde bei der Berechnung des Bau-Schalldämm-Maßes nach dem Verfahren der *EN 12750:2001* die Trennfläche auf mindestens 8 m^2 begrenzt. Je länger die Trennwand jedoch wird, desto geringer wird der Einfluss der Trennfläche auf die resultierende Schalldämmung. Die Standard-Schallpegeldifferenz hängt zusätzlich zur Trennwandlänge auch von der Tiefe des Empfangsraums ab. Je tiefer der Raum wird, desto größer wird die Standard-Schallpegeldifferenz. Bei einer Tiefe des Empfangsraums von 2,5 m liegt die Standard-Schallpegeldifferenz etwa 1 dB unter dem Bau-Schalldämm-Maß und bei einer Tiefe von 4 m liegt sie etwa 1 dB über dem Bau-Schalldämm-Maß.

Die durch diese vereinfachten Funktionen gewonnenen Erkenntnisse stimmen mit den Erkenntnissen über die untersuchten Bauteile überein. Die Trennflächenabhängigkeit hat sich bei den untersuchten Trennwänden zwischen dem Bau-Schalldämm-Maß und der Standard-Schallpegeldifferenz kaum verändert. Die Streuung der Ergebnisse hat durch die Umrechnung stark zugenommen, was an teils starken Unterschieden zwischen den Tiefen der Empfangsräume liegt. Bei Trennwänden können sehr unterschiedliche Empfangsraumtiefen auftreten. Die Regressionsgerade liegt für die Standard-Schallpegeldifferenz etwa 1 dB über der des Bau-Schalldämm-Maßes. Daraus lässt sich schließen, dass die mittlere Tiefe der Empfangsräume ca. 4 m beträgt. Zudem waren die Trennflächen meist gering, sodass auch die Trennwandlänge gering war. Bei geringeren Trennwandlängen können die in [Abbildung 4.15](#) gezeigten Funktionen nicht durch Geraden genähert werden, da sich die Steigung zu stark ändert.

Die Ergebnisse lassen sich auf Trenndecken übertragen, wenn nur eine der beiden Seitenlängen verändert wird. Die Trennflächenabhängigkeit des Bau-Schalldämm-Maßes ändert sich durch die Umrechnung in Standard-Schallpegeldifferenzen nicht. Die Regressionsgeraden besitzen nahezu keine Steigung, was daran liegen kann, dass die Trennflächen bei Decken häufig größer sind als bei Wänden und sich somit bereits in dem Bereich der Funktionen befinden, der mit einer linearen Funktion geringer Steigung angenähert werden kann. Bei den hier untersuchten Trenndecken liegt die Regressionsgerade der Standard-Schallpegeldifferenz etwa 1 dB unter der des Bau-Schalldämm-Maßes. Die Tiefe des Empfangsraums beträgt bei Decken im Wohnungsbau meist ca. 2,5 m. Die Streuung der Berechnungsergebnisse hat bei Trenndecken nur geringfügig zugenommen, was auch daran liegt, dass die Tiefe des Empfangsraums nahezu gleich bleibt.

5 Fazit

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde das Berechnungsverfahren des neuen Entwurfs der *DIN 4109* aus dem Jahr 2013 untersucht. Das Berechnungsverfahren der *DIN 4109* wurde in diesem Entwurf komplett überarbeitet und in der Anwendung bisher nur wenig getestet. Um die Genauigkeit und Anwendbarkeit des Verfahrens zu untersuchen wurde für 44 Trennwände und 48 Trenndecken aus 21 qualitätsüberwachten Bauvorhaben das Bau-Schalldämm-Maß nach dem dort beschriebenen Verfahren und nach dem Berechnungsverfahren aus der *DIN 4109 Bbl 1:1989* berechnet und mit Messergebnissen von Güteprüfungen nach *DIN EN ISO 140-4* verglichen. Analog erfolgte dieser Vergleich mit den Berechnungsergebnissen der Standard-Schallpegeldifferenz nach dem Normentwurf aus dem Jahr 2006.

Insgesamt erfüllt das neue Berechnungsverfahren die Erwartungen. In einzelnen Fällen wird das berechnete Bau-Schalldämm-Maß am Bau zwar unterschritten, dies ist aber auch bei dem alten Verfahren der Fall. Für diese Fälle kann trotz Qualitätsüberwachung nicht ausgeschlossen werden, dass Baumängel vorhanden sind. Allerdings ist fraglich, ob das Bau-Schalldämm-Maß die richtige Anforderungsgröße ist, da die Standard-Schallpegeldifferenz die Realität besser abbildet.

Während der Durchführung der Bachelorarbeit wurde festgestellt, dass einige Lücken des alten Berechnungsverfahrens durch die Überarbeitung geschlossen wurden. Das neue Verfahren ermöglicht beispielsweise eine Bestimmung des Bau-Schalldämm-Maßes bei der Verwendung von Mauerwerkssteinen mit schalltechnisch ungünstiger Lochung, verschiedener Baustoffe innerhalb einer Flanke und versetzten Grundrissen. Nicht enthalten ist allerdings der Fall, dass auf der einen Seite des Trennbauteils die Flanke aus einer Gipskartonständerwand besteht und auf der anderen Seite aus einem massiven Bauteil.

Zudem wurde festgestellt, dass in der *EDIN 4109* nur wenige Angaben zur Herkunft des Verfahrens getroffen werden. Es wird lediglich beschrieben, dass das Berechnungsverfahren auf dem vereinfachten Verfahren der *DIN EN 12354* beruht. Literaturangaben zur Untersuchung des Berechnungsverfahrens oder Begründungen zu den getroffenen Vereinfachungen sind nicht zu finden. Teilweise können diese der *DIN EN 12354-1* entnommen werden.

Die wesentlichste Neuerung bei dem derzeitigen Entwurf der *DIN 4109* besteht in der Behandlung der flankierenden Bauteile. Nach dem alten Berechnungsverfahren kam es bei den hier vorliegenden Trennwänden nie zu einer Korrektur, bei Trenndecken hingegen hatten die flankierenden Wände häufig einen Einfluss auf das Bau-Schalldämm-Maß, sodass die Ergebnisse um 7 dB streuen. Nach dem neuen Verfahren ändert sich bei

Trenndecken die Verteilung der berechneten Bau-Schalldämm-Maße, die Streuung der Ergebnisse bleibt jedoch nahezu identisch. Bei Trennwänden steigt die Streuung von 1 dB nach dem alten Verfahren auf 3 dB nach dem neuen Verfahren. Dabei wurde festgestellt, dass Trenndecken nach dem neuen Verfahren meist etwas schlechter bewertet werden, Trennwände aber etwas besser. Dies ist sinnvoll, da es bei Trenndecken nach dem alten Verfahren nur eine geringe Sicherheit gab, dass das gemessene Bau-Schalldämm-Maß das berechnete nicht unterschreitet. Trennwände hingegen wurden bei der Berechnung nach dem alten Verfahren meistens vergleichsweise schlecht bewertet.

Im Vergleich des neuen Berechnungsverfahrens mit den Messergebnissen wurde festgestellt, dass bei Decken das berechnete Ergebnis im Mittel 3,7 dB und bei Wänden 4,4 dB unter dem Messergebnis liegt. Das berechnete Bau-Schalldämm-Maß wird bei Decken mit einer Wahrscheinlichkeit von 91 % und bei Wänden mit einer Wahrscheinlichkeit von 97 % erreicht bzw. überschritten.

Eine Abhängigkeit des Bau-Schalldämm-Maßes von der Trennbauteildicke konnte nicht festgestellt werden. Überprüft wurden die Berechnungsergebnisse nach *EDIN 4109:2013* und die Messergebnisse. Da die Ergebnisse der Bau-Schalldämm-Maße sehr stark streuen, ist davon auszugehen, dass der Einfluss der flankierenden Bauteile auf das Bau-Schalldämm-Maß gegenüber dem Einfluss der Trennbauteildicke überwiegt.

Bei Trenndecken konnte auch von der Trennfläche keine Abhängigkeit festgestellt werden. Die Ergebnisse der Messung und der Berechnung nach der *EDIN 4109* streuen zu stark. Bei Trennwänden wurden für die Berechnungsergebnisse und die Messergebnisse gegenläufige Tendenzen festgestellt. Die Berechnungsergebnisse steigen mit größerer Trennfläche an und die Messergebnisse fallen ab. Jedoch ist auch hier der Einfluss nur gering.

Eine Umrechnung in Standard-Schallpegeldifferenzen hat auf die Abhängigkeit von der Trennfläche keinen Einfluss. Aber die Streuung der Ergebnisse nimmt zu, insbesondere bei der Berechnung für Trennwände, sodass diese nun fast so stark streuen wie die Ergebnisse der Trenndecken. Dadurch erscheinen sie realistischer und die Streuung der berechneten Bau-Schalldämm-Maße unterscheidet sich weniger von der Streuung der gemessenen.

Diese Arbeit beschränkt sich auf die Luftschalldämmung im Massivbau. Des Weiteren werden in dem Normentwurf der *DIN 4109* aus dem Jahr 2013 Berechnungen für die Luftschalldämmung bei anderen Bauweisen, die Trittschalldämmung, die Luftschalldämmung von Außenbauteilen und die Schallübertragung aus gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben vorgestellt. Die Berechnungsverfahren für diese Fälle können in zukünftigen Arbeiten untersucht werden.

Anhang A: Berechnungsergebnisse und Messwerte

Tabelle A.1: Ergebnisse des Bau-Schalldämm-Maßes der Berechnungen nach DIN 4109 und E DIN 4109, sowie der Messungen jeweils in dB

Bauvorhaben	Bauteil	DIN 4109	E DIN 4109	Messung
Colmdorfstraße	Wand	56	55,7	62
	Decke	58	56,6	64
Briegerstraße 1. BA	Wand	56	54,4	61
	Decke	58	55,6	58
Briegerstraße 2. BA	Wand	56	57,1	63
	Decke	57	58,0	63
Freiham 2	Wand 1	56	56,8	59
	Wand 2	56	57,3	60
	Decke 1	57	58,7	57
	Decke 2	59	58,9	57
Freiham 3	Wand	56	57,4	63
	Decke	60	59,8	67
Ottobrunn	Wand 1	56	57,5	61
	Wand 2	56	56,6	59
	Wand 3	56	56,6	61
	Wand 4	56	55,8	60
	Decke 1	57	55,0	57
	Decke 2	58	56,0	58
	Decke 3	58	55,7	59
	Decke 4	57	54,6	57
Rümannstraße	Wand 1	56	56,5	59
	Wand 2	56	56,6	60
	Wand 3	56	55,9	60
	Wand 4	56	55,9	59
	Decke 1	57	56,6	57
	Decke 2	57	55,2	58
	Decke 3	56	54,3	55
	Decke 4	55	53,9	57
	Decke 5	56	54,6	57
	Decke 6	56	56,3	58

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle A.1: Ergebnisse (Fortsetzung)

Bauvorhaben	Bauteil	DIN 4109	E DIN 4109	Messung
Oberweg/Saxhuberweg	Wand 1	56	57,3	60
	Wand 2	56	57,2	60
	Decke	60	59,2	63
Graf-Konrad-Straße	Wand	55	56,3	56
	Decke 1	57	56,8	57
	Decke 2	57	54,7	55
	Decke 3	56	53,5	56
Gerlichstraße	Wand 1	a	56,8	56
	Wand 2	a	54,4	60
	Decke 1	a	55,8	59
	Decke 2	a	54,6	57
	Decke 3	a	54,6	57
	Decke 4	a	56,0	61
Fasanenstraße	Decke 1	a	55,9	61
	Decke 2	a	54,5	58
Gruber Straße	Decke	a	55,2	59
Münchener Straße	Wand	55	56,6 ^b	64
	Decke 1	61	57,8	62
	Decke 2	61	58,9	65
Faustnerweg	Wand	a	55,0	59
	Decke	a	55,1	61
Hans-Döllgast-Straße	Wand 1	55	57,3 ^b	62
	Wand 2	55	56,2	59
Schlosshotel	Wand 1	55	57,6	60
	Wand 2	55	57,2	57
	Wand 3	55	57,5	60
	Wand 4	55	57,2	62
	Decke 1	54	57,0 ^b	58
	Decke 2	60	60,7	68
	Decke 3	60	59,8 ^b	68
	Decke 4	60	59,9	65
	Decke 5	60	58,8	65

Fortsetzung auf der nächsten Seite

^a Berechnung nach *DIN 4109 Bbl 1* laut [21] nicht möglich^b Berechnungsverfahren der *E DIN 4109* noch unvollständig (siehe Abschnitt 3.2.1)

Tabelle A.1: Ergebnisse (Fortsetzung)

Bauvorhaben	Bauteil	DIN 4109	E DIN 4109	Messung
Severinstraße	Wand 1	56	57,1	63
	Wand 2	56	57,5	62
	Decke 1	57	58,2	60
	Decke 2	58	58,2	65
Nymphenburg	Wand	55	56,7	60
	Decke	61	60,2	65
Richard-Strauß-Straße	Wand 1	55	56,1 ^b	61
	Wand 2	55	56,0 ^b	64
	Wand 3	55	56,7 ^b	63
	Wand 4	55	56,4 ^b	64
	Decke	59	59,3	65
Welfenstraße	Wand 1	55	57,1 ^b	60
	Wand 2	55	56,4	62
	Wand 3	55	56,9	61
	Wand 4	55	56,3	62
	Wand 5	55	56,3 ^b	64
	Wand 6	55	56,8	63
	Wand 7	55	56,1	62
	Wand 8	55	56,2 ^b	63
	Wand 9	55	56,4	66
	Decke 1	61	59,9	61
	Decke 2	61	60,6	61
	Decke 3	61	60,2	68
	Decke 4	61	59,3	63
	Decke 5	61	60,2	61
	Decke 6	61	60,1 ^b	69
	Decke 7	61	60,4	68
	Decke 8	61	60,5	69
	Decke 9	61	59,4	62
Neumarkt	Wand	55	54,6	56

^b Berechnungsverfahren der *E DIN 4109* noch unvollständig (siehe [Abschnitt 3.2.1](#))

Anhang B: Beispiele

In diesem Abschnitt werden die Berechnungen nach dem alten und dem neuen Verfahren, sowie die Prüfzeugnisse von vier ausgewählten Bausituationen vorgestellt. Die ausgewählten Bausituationen enthalten die Baustoffe Stahlbeton, Mauerwerk, porosier- te Hochlochziegel und Gipskartonständerwände, sowie die Fälle einer Vorsatzschale, versetzte Grundrisse und Flanken aus unterschiedlichen Baustoffen (insbesondere Stahl- beton und Gipskarton).

B.1 Wände

B.1.1 Berechnung nach DIN 4109:1989

Richard-Strauß-Straße: Wand 2

Bauteil	Dicke	fl. Masse	Material
Trennbauteil	200 mm	480 kg m^{-2}	Stahlbeton, beidseitig verputzt, Dichte: 2300 kg m^{-3}
Flanke 1	200 mm	470 kg m^{-2}	Stahlbeton, einseitig verputzt, Dichte: 2300 kg m^{-3}
Flanke 2a	200 mm	480 kg m^{-2}	Stahlbeton, beidseitig verputzt, Dichte: 2300 kg m^{-3}
Flanke 2b			Gipskartonständerwand
Flanke 3	180 mm	414 kg m^{-2}	Stahlbeton, Dichte: 2300 kg m^{-3}
Flanke 4	180 mm	414 kg m^{-2}	Stahlbeton, schwimm. Estrich, Dichte: 2300 kg m^{-3}

Das Bau-Schalldämm-Maß des Trennbauteils nach *DIN 4109 Bbl 1 Tabelle 1* beträgt:

$$R'_{w,R} = 55 \text{ dB.}$$

Die Flankenkorrektur nach *DIN 4109 Bbl 1 Tabelle 13* beträgt:

$$m''_{L,\text{mittel}} = \frac{(470 \text{ kg m}^{-2} + 414 \text{ kg m}^{-2})}{2} = 442 \text{ kg m}^{-2}$$

$$\leadsto K_1 = 0 \text{ dB.}$$

Daraus ergibt sich für das Bau-Schalldämm-Maß dieser Bausituation:

$$R'_{w,R} = 55 \text{ dB.}$$

Briegerstraße 2. BA

Bauteil	Dicke	fl. Masse	Material
Trennbauteil	220 mm	526 kg m ⁻²	Stahlbeton, beidseitig verputzt, Dichte: 2300 kg m ⁻³
Flanke 1	175 mm	311 kg m ⁻²	Mauerwerk, einseitig verputzt, Dichte: 1720 kg m ⁻³
Flanke 2	250 mm	595 kg m ⁻²	Stahlbeton, Vorsatzschale, beidseitig verputzt, Dichte: 2300 kg m ⁻³
Flanke 3	200 mm	460 kg m ⁻²	Stahlbeton, Dichte: 2300 kg m ⁻³
Flanke 4	200 mm	460 kg m ⁻²	Stahlbeton, schwimm. Estrich, Dichte: 2300 kg m ⁻³

Das Bau-Schalldämm-Maß des Trennbauteils nach *DIN 4109 Bbl 1 Tabelle 1* beträgt:

$$R'_{w,R} = 56 \text{ dB.}$$

Die Flankenkorrektur nach *DIN 4109 Bbl 1 Tabelle 13* beträgt:

$$m''_{L,\text{mittel}} = \frac{(311 \text{ kg m}^{-2} + 460 \text{ kg m}^{-2})}{2} = 386 \text{ kg m}^{-2}$$

$$\leadsto K_1 = 0 \text{ dB.}$$

Daraus ergibt sich für das Bau-Schalldämm-Maß dieser Bausituation:

$$R'_{w,R} = 56 \text{ dB.}$$

B.1.2 Berechnung nach E DIN 4109:2013

Die Berechnung nach dem neuen Verfahren wurde mit Hilfe von „Microsoft Excel“ durchgeführt. Da die verwendeten Formeln sehr umfangreich sind, sind im Folgenden nur die Ergebnisse dargestellt.

Die grauen Felder in der Tabelle beschreiben Felder, die auf die Bausituation angepasst werden müssen. Die weißen Felder enthalten Formeln, welche zur Berechnung der jeweiligen Zwischenergebnisse benötigt werden.

Im ersten Teil wird die gemeinsame Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum angegeben. Diese ist auf mindestens 8 m² zu begrenzen.

Im zweiten Teil erfolgen die Angaben zu Baustoffen und Kopplungslängen. Dabei wird in der zweiten Spalte angegeben, ob es sich bei dem Baustoff um einen Hochlochziegel han-

delt. In der dritten Spalte wird die Durchbindung des Trennbauteils durch das flankierende Bauteil beschrieben. In der vierten Spalte wird die flächenbezogene Masse des Bauteils angegeben, woraus in der fünften Spalte das Direktschalldämm-Maß bestimmt wird. In der sechsten Spalte wird angegeben, wie groß das tatsächliche Direktschalldämm-Maß ist, wenn dies durch eine Güteprüfung ermittelt wurde. Insbesondere bei leichten Hochlochziegeln ist zu prüfen, ob das tatsächliche Direktschalldämm-Maß von dem berechneten abweicht. In der letzten Spalte wird die Kopplungslänge des jeweiligen flankierenden Bauteils angegeben.

Im dritten Teil erfolgt die Berechnung der Stoßstellendämm-Maße. Dazu ist in der vierten Spalte der Stoßstellentyp anzugeben. Dies kann ein „T“-Stoß oder ein Kreuz-Stoß (entspricht „+“) sein.

Der vierte Teil entspricht der [Gleichung \(3.6\)](#). Es werden für jeden Schallübertragungsweg die einzelnen Schalldämm-Maße bestimmt und in der sechsten Spalte addiert. In der dritten Spalte wird das Schalldämm-Maß von Vorsatzschalen oder schwimmenden Estrichen angegeben.

Im fünften Teil werden die Schalldämm-Maße aller Schallübertragungswege energetisch addiert und das Vorhaltemaß mit einbezogen. Dies entspricht [Gleichung \(3.2\)](#).

Im Fall der Richard-Strauß-Straße handelt es sich um versetzte Grundrisse. Die flankierenden Bauteile 1, 3 und 4 sind in Massivbauweise errichtet und die Flanke 3 ist eine Trenndecke mit schwimmendem Estrich. Die Flanke 2 besteht aus einer Gipskartonständerwand, wobei durch den versetzten Grundriss auf der einen Seite die Fortsetzung des Trennbauteils als flankierendes Bauteil angesehen wird. Durch die versetzten Grundrisse kommt es bei Flanke 1 und 2 zu einer Korrektur der Stoßstellendämm-Maße.

In der Briegerstraße 2. BA ist vor Flanke 1 zusätzlich eine Vorsatzschale angebracht und vor Flanke 3 ein schwimmender Estrich. Alle flankierenden Bauteile bestehen aus massiven Bauteilen.

Projekt: M58254 Richard-Strauß-Straße
 Raumsituation: Haus 2, EG Senderaum: Wg 10.2 Wohnen
 Empfangsraum: Wg 10.3 Schlafen

Gemeinsame Trennfläche S / m²

S = 8,1 m²

	L-Hlz	Durchbindung	m' / kg/m ²	Rw / dB	Rw,ref,P / dB	I _f / m
Trennbauteil			500	61,2		
Flanke 1	nein	nein	490	60,9		2,47
Flanke 2	nein	nein	500	61,2		2,47
Flanke 3	nein	nein	432	59,2		3,28
Flanke 4	nein	nein	432	59,2		3,28

	m's / m'f	M	Stoßstellentyp	d_Rw,L / dB	K_Ff / dB	K_Fd, K_Df / dB
Trennbauteil						
Flanke 1	1,02	0,01	T	0,0	5,8	4,7
Flanke 2	1,00	0,00	T	0,0	5,7	4,7
Flanke 3	1,16	0,06	T	0,0	6,6	4,7
Flanke 4	1,16	0,06	+	0,0	9,8	5,8

	R_Dd / dB	d_Rw / dB				
Trennbauteil	61,2					61,2
Flanke 1	Ri/2+Rj/2 / dB	d_Rijw / dB	K_ij / dB	10Log(S/lf*10)	R_ij,w / dB	
RD1	61,1		4,7	5,2	71,0	
R11	60,9		8,8	5,2	74,9	
R1d	61,1		1,7	5,2	68,0	65,7
Flanke 2						
RD2	76,0			-0,4	75,6	
R22	76,0			-0,4	75,6	
R2d	61,2		1,7	5,2	68,1	66,8
Flanke 3						
RD3	60,2	5,4	4,7	3,9	74,2	
R33	59,2	8,1	6,6	3,9	77,8	
R3d	60,2	5,4	4,7	3,9	74,2	70,3
Flanke 4						
RD4	60,2		5,8	3,9	69,9	
R44	59,2		9,8	3,9	72,9	
R4d	60,2		5,8	3,9	69,9	65,9

	Vorhaltemaß	2
	R'w	56,0

Projekt: M88874 Brieger 2.BA
 Raumsituation: Haus 9, EG Senderaum: Wg 225 Schlafen
 Empfangsraum: Wg 226 Schlafen

Gemeinsame Trennfläche S / m²		
S =	8,1	m²

	L-Hlz	Durchbindung	m' / kg/m²	Rw / dB	Rw,ref,P / dB	l_f / m
Trennbauteil			548	62,4		
Flanke 1	nein	nein	620	64,1		2,46
Flanke 2	nein	nein	480	60,7		3,30
Flanke 3	nein	nein	480	60,7		3,30
Flanke 4	nein	ja	311	54,8		2,46

	m's / m'f	M	Stoßstellentyp	d_Rw,L / dB	K_Ff / dB	K_Fd, K_Df / dB
Trennbauteil						
Flanke 1	0,88	-0,05	T	0,0	5,0	4,7
Flanke 2	1,14	0,06	+	0,0	9,7	5,8
Flanke 3	1,14	0,06	T	0,0	6,5	4,7
Flanke 4	1,76	0,25	T	0,0	9,7	5,0

	R_Dd / dB	d_Rw / dB				
Trennbauteil	62,4					62,4
Flanke 1	Ri/2+Rj/2 / dB	d_Rijw / dB	K_ij / dB	10Log(S/lf*10)	R_ij,w / dB	
RD1	63,3	7,5	4,7	5,2	80,7	
R11	64,1	11,2	5,0	5,2	85,5	
R1d	63,3	7,5	4,7	5,2	80,7	77,0
Flanke 2						
RD2	61,6		5,8	3,9	71,3	
R22	60,7		9,7	3,9	74,3	
R2d	61,6		5,8	3,9	71,3	67,3
Flanke 3						
RD3	61,6	4,7	4,7	3,9	74,9	
R33	60,7	7,0	6,5	3,9	78,1	
R3d	61,6	4,7	4,7	3,9	74,9	71,0
Flanke 4						
RD4	58,6		5,0	5,2	68,8	
R44	54,8		9,7	5,2	69,7	
R4d	58,6		5,0	5,2	68,8	64,3

Vorhaltemaß		2
R'w		57,1

B.1.3 Güteprüfung nach DIN EN ISO 140-4

Hier werden die zugehörigen Prüfzeugnisse dargestellt. Die Prüfzeugnisse enthalten:

- eine Beschreibung der Bausituation,
- das Volumen des Empfangsraums,
- das Prüfdatum,
- die Terz-Schalldämm-Maße als Tabelle und als Grafik,
- die verschobene Bewertungskurve nach *DIN EN ISO 717-1* und
- das bewertete Bau-Schalldämm-Maß.

Bau-Schalldämm-Maß nach ISO 140-4

Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden

Auftraggeber:**Objekt:**

Richard-Strauß-Straße, Haus 2 in München

Prüfgegenstand:

Wohnungstrennwand

Aufbau der Wohnungstrennwand:

- 200 mm dicke Stahlbetonwand, beidseitig verputzt

Aufbau der flankierenden Wände:

- Aussenwand: 200 mm dicke Stahlbetonwand mit 120 mm WDVS

- Treppenhauswand: 200 mm dicke Stahlbetonwand, beidseitig verputzt

- Innenwände: 100 mm dicke GK-Wände

Senderraum:

Art: Wohnzimmer

Lage: Wohnung 2.10.2 im EG

Zustand: leer, Parkettbelag

Empfangsraum:

Art: Schlafzimmer

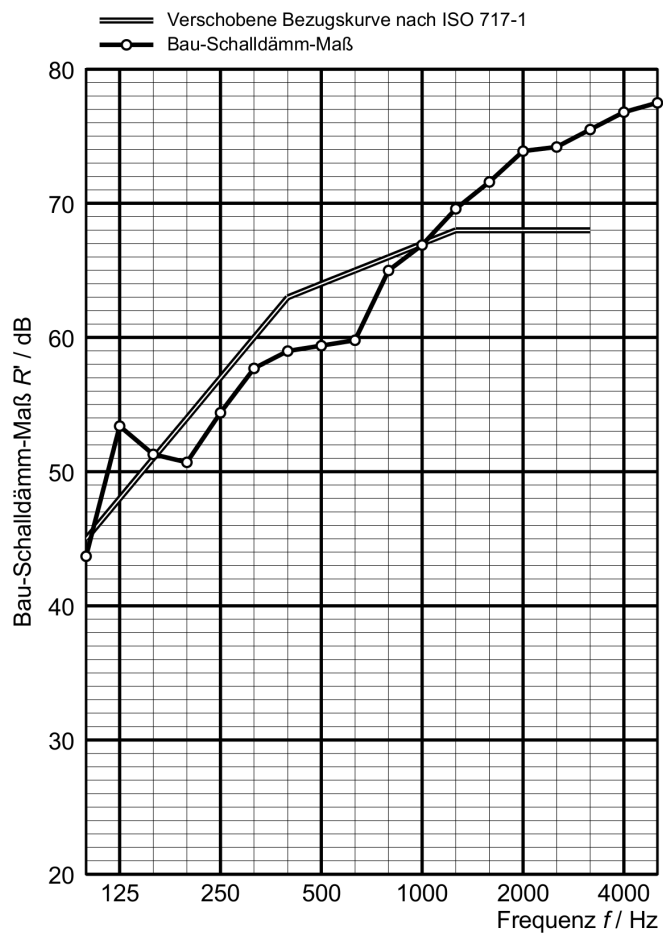
Lage: Wohnung 2.10.3 im EG

Zustand: leer, Parkettbelag

Vol.: $V = 43,48 \text{ m}^3$ Prüffläche: $12,75 \text{ m}^2$

Prüfdatum: 14.07.2009

Frequenz [Hz]	R' Terz [dB]
100	43,7
125	53,4
160	51,3
200	50,7
250	54,4
315	57,7
400	59,0
500	59,4
630	59,8
800	65,0
1000	66,9
1250	69,6
1600	71,6
2000	73,9
2500	74,2
3150	75,5
4000	76,8
5000	77,5



Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_w(C; C_{tr}) = 64 (-1; -5) \text{ dB}$

Bewertung nach ISO 717-1

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

	100 - 3150 Hz	100 - 5000 Hz
C	-1 dB	0 dB
C _{tr}	-5 dB	-5 dB

MÜLLER-BBM

Planegg, 23.07.2009

Prüfbericht Nr. M58 254/20

Anhang A

Seite 2

Bau-Schalldämm-Maß nach ISO 140-4

Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden

Auftraggeber:**Objekt:** P 703 W+T - Brieger Straße 2. BA**Prüfgegenstand:** WohnungstrennwandAufbau der Wohnungstrennwand:

- 22 cm Betondecke, beidseitig verputzt.

Aufbau der flankierenden Bauteile:

- Aussenwand: 17,5 cm Ziegelmauerwerk mit WDVS.

- Innenwand: 10 cm Trockenbauwand.

Senderraum:

Art: Schlafen

Lage: Wohnung Nr. 225

Haus 9 im EG.

Zustand: leer, Parkettbelag

Empfangsraum:

Art: Schlafen

Lage: Wohnung Nr. 226

Haus 9 im EG.

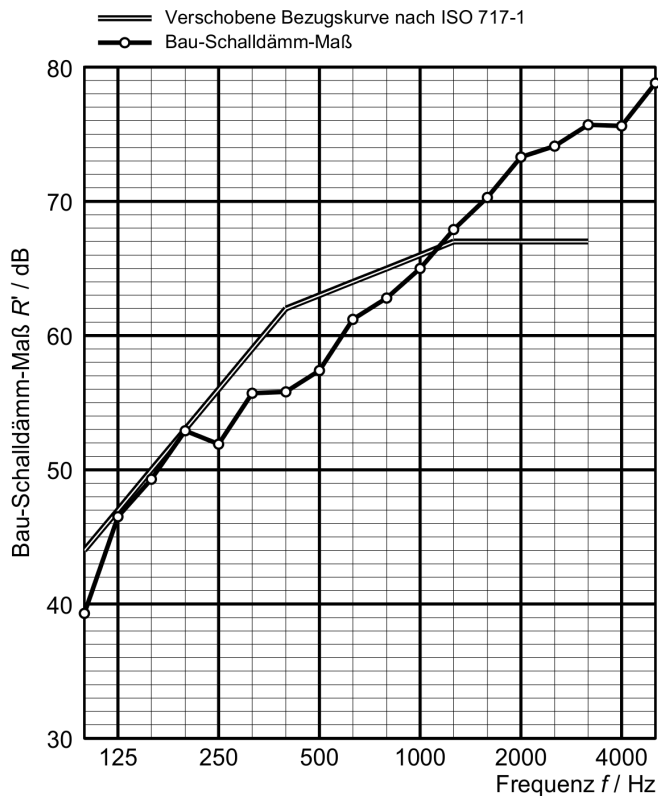
Zustand: leer, Parkettbelag

Vol.: $V = 35,70 \text{ m}^3$ Prüffläche: $8,07 \text{ m}^2$

Prüfdatum: 27.10.2011

Frequenz [Hz]	R' Terz [dB]
100	39,3
125	46,5
160	49,3
200	52,9
250	51,9
315	55,7
400	55,8
500	57,4
630	61,2
800	62,8
1000	65,0
1250	67,9
1600	70,3
2000	73,3
2500	74,1
3150	75,7
4000	75,6
5000	78,8

° Wert korrigiert mit Fremdgeräusch



Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_w(C; C_{tr}) = 63 (-2; -7) \text{ dB}$

Bewertung nach ISO 717-1

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

	100 - 3150 Hz	100 - 5000 Hz
C	-2 dB	-1 dB
C _{tr}	-7 dB	-7 dB

MÜLLER-BBM

Planegg, 02.11.2011

Prüfbericht Nr. M88 874/5

Anhang A

Seite 1

B.2 Decken

B.2.1 Berechnung nach DIN 4109:1989

Briegerstraße 2. BA

Bauteil	Dicke	fl. Masse	Material
Trennbauteil	200 mm	460 kg m ⁻²	Stahlbeton, schwimm. Estrich, Dichte: 2300 kg m ⁻³
Flanke 1	175 mm	248 kg m ⁻²	Mauerwerk, einseitig verputzt, Dichte: 1360 kg m ⁻³
Flanke 2			Gipskartonständerwand
Flanke 3			Gipskartonständerwand
Flanke 4a	175 mm	258 kg m ⁻²	Mauerwerk, beidseitig verputzt, Dichte: 1360 kg m ⁻³
Flanke 4b	175 mm	423 kg m ⁻²	Stahlbeton, beidseitig verputzt, Dichte: 2300 kg m ⁻³

Das Bau-Schalldämm-Maß des Trennbauteils nach *DIN 4109 Bbl 1 Tabelle 12* beträgt:

$$R'_{w,R} = 58 \text{ dB.}$$

Die Flankenkorrektur nach *DIN 4109 Bbl 1 Tabelle 13* beträgt:

$$m''_{L,\text{mittel}} = \frac{(248 \text{ kg m}^{-2} + 258 \text{ kg m}^{-2})}{2} = 253 \text{ kg m}^{-2}$$

$$\hookrightarrow K_1 = -1 \text{ dB.}$$

Daraus ergibt sich für das Bau-Schalldämm-Maß dieser Bausituation:

$$R'_{w,R} = 57 \text{ dB.}$$

Gruber Straße

Eine Berechnung nach *DIN 4109 Bbl 1* ist laut [21] nicht möglich.

B.2.2 Berechnung nach E DIN 4109:2013

Zur Berechnung der Bau-Schalldämm-Maße für Decken wurde das gleiche „Excel“-Formular wie für Wände verwendet.

Im Bauvorhaben Briegerstraße 2. BA bestehen die Flanken 1 und 4 aus massiven Bauteilen und die Flanken 2 und 3 aus Gipskartonständerwänden. Bei Flanke 4 besteht die Flanke auf beiden Seiten des Trennbau teil aus unterschiedlichen Materialien. Auf der oberen Seite der Trenndecke befindet sich ein schwimmender Estrich.

Die Bauweise der Gruber Straße ist etwas komplizierter, als die vorherigen Bauweisen. Die Flanke 4 wird in drei unterschiedliche Teile eingeteilt, wobei bei zwei dieser Teile auf beiden Seiten der Trenndecke verschiedene Materialien verwendet wurden. Alle drei Teile unterscheiden sich und können somit nicht zusammen berechnet werden. Flanke 1 und 2 bestehen aus Planziegeln aus Hochlochziegeln und Flanke 3 aus Hochlochziegeln. Für die Planziegel liegt ein Direktschalldämm-Maß aus einem Prüfzeugnis vor. Die Hochlochziegel werden näherungsweise wie ein homogenes Material betrachtet. Auf der Decke ist ein schwimmender Estrich angebracht.

Projekt: M88874 Brieger 2.BA
 Raumsituation: Haus 9 Senderraum: 1. OG, Wg 228 Kind 2
 Empfangsraum: EG, Wg 226 Kind 2

Gemeinsame Trennfläche S / m²

S = 11,18 m²

	L-Hz	Durchbindung	m' / kg/m ²	Rw / dB	Rw,ref / dB	I _f / m
Trennbauteil			480	60,7		
Flanke 1	nein	ja	248	51,8		3,21
Flanke 2	nein	ja		76,0		3,45
Flanke 3	nein	ja		76,0		3,21
Flanke 4F	nein	ja	258	52,3		3,45
Flanke 4f	nein	ja	440	59,5		3,45

	m's / m'f	M	Stoßstellentyp	d _{Rw,L} / dB	K _{Ff} / dB	K _{Fd} , K _{Df}
Trennbauteil						
Flanke 1	1,94	0,29	+	0,0	12,8	7,0
Flanke 2			+			
Flanke 3			+			
Flanke 4	1,38	0,14	T	0,0	7,8	4,8

	R _{Dd} / dB	d _{Rw} / dB				
Trennbauteil	60,7	4,7				65,4
Flanke 1	Ri/2+Rj/2 / dB	d _{Rijw} / dB	K _{ij} / dB	10Log(S/If*10)	R _{ij,w} / dB	
RD1	56,3	4,7	7,0	5,4	73,4	
R11	51,8		12,8	5,4	70,0	
R1d	56,3		7,0	5,4	68,7	65,5
Flanke 2						
RD2						
R22	76,0			1,6	77,6	
R2d						77,6
Flanke 3						
RD3						
R33	76,0			2,0	78,0	
R3d						78,0
Flanke 4						
RD4	60,1	4,7	4,8	5,1	74,7	
R44	55,9		7,8	5,1	68,8	
R4d	56,5		4,8	5,1	66,4	64,0

	Vorhaltemaß	2
	R'w	58,0

Projekt: M81874 Gruberstraße
 Raumsituation: Senderraum: 1.OG, Wg 6 Wohnen
 Empfangsraum: EG, Wg 1 Wohnen

Gemeinsame Trennfläche S / m²

S = 23,02 m²

	L-Hlz	Durchbindung	m' / kg/m ²	Rw / dB	Rw,ref / dB	I _f / m
Trennbauteil			480	60,7		
Flanke 1	ja	ja	265	52,7	49,0	4,88
Flanke 2	ja	ja	265	52,7	49,0	5,63
Flanke 3	ja	ja	258	52,3	52,3	3,35
Flanke 4 a	nein	ja	239	51,3		1,02
Flanke 4F b	nein	ja	296	54,1		1,37
Flanke 4f b	nein	ja	239	51,3		1,37
Flanke 4F c	nein	ja	296	54,1		2,65
Flanke 4f c	nein	ja	480	60,7		2,65

	m's / m'f	M	Stoßstellentyp	d _{Rw,L} / dB	K _{Ff} / dB	K _{Fd} , K _{Df}
Trennbauteil						
Flanke 1	1,81	0,26	T	3,7	9,8	5,1
Flanke 2	1,81	0,26	T	3,7	9,8	5,1
Flanke 3	1,86	0,27	+	0,0	12,6	6,8
Flanke 4 a	2,01	0,30	+	0,0	12,9	7,1
Flanke 4 b	1,80	0,25	+	0,0	12,4	6,7
Flanke 4 c	1,24	0,09	T	0,0	7,1	4,7

	R _{Dd} / dB	d _{Rw} / dB				
Trennbauteil	60,7	4,7				65,4
Flanke 1	Ri/2+Rj/2 / dB	d _{Rijw} / dB	K _{ij} / dB	10Log(S/If*10)	R _{ij,w} / dB	
RD1	54,9	4,7	5,1	6,7	71,4	
R11	49,0		9,8	6,7	65,5	
R1d	54,9		5,1	6,7	66,7	62,5
Flanke 2						
RD2	54,9	4,7	5,1	6,1	70,8	
R22	49,0		9,8	6,1	64,9	
R2d	54,9		5,1	6,1	66,1	61,9
Flanke 3						
RD3	56,5	4,7	6,8	8,4	76,4	
R33	52,3		12,6	8,4	73,3	
R3d	56,5		6,8	8,4	71,7	68,6
Flanke 4						
RD4 a	56,0	4,7	7,1	13,6	81,4	
R44 a	51,3		12,9	13,6	77,8	
R4d a	56,0		7,1	13,6	76,7	73,4
RD4 b	56,0	4,7	6,7	12,3	79,7	
R44 b	52,7		12,4	12,3	77,4	
R4d b	57,4		6,7	12,3	76,4	72,9
RD4 c	60,7	4,7	4,7	9,4	79,5	
R44 c	57,4		10,1	9,4	76,9	
R4d c	57,4		1,7	9,4	68,5	67,6

Vorhaltemaß 2

R'w 55,2

B.2.3 Güteprüfung nach DIN EN ISO 140-4

Hier werden die zugehörigen Prüfzeugnisse dargestellt. Die Prüfzeugnisse enthalten:

- eine Beschreibung der Bausituation,
- das Volumen des Empfangsraums,
- das Prüfdatum,
- die Terz-Schalldämm-Maße als Tabelle und als Grafik,
- die verschobene Bewertungskurve nach *DIN EN ISO 717-1* und
- das bewertete Bau-Schalldämm-Maß.

Bau-Schalldämm-Maß nach ISO 140-4

Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden

Auftraggeber:**Objekt:**

P 703 W+T - Brieger Straße 2. BA

Prüfgegenstand:

Wohnungstrenndecke (vertikale Übertragungsrichtung von oben nach unten)

Aufbau der Wohnungstrenndecke:

- Parkettbelag.
- schwimmender Estrichaufbau.
- Stahlbetondecke.

Aufbau der flankierenden Bauteile:

- Außenwand: 17,5 cm Ziegelmauerwerk mit WDVS.
- Innenwand: 17,5 cm Stahlbetonwand, beidseitig verputzt.
- Innenwände: 10 cm Trockenbauwände.

Senderraum:

Art: Kind 2

Lage: Wohnung Nr. 228

Haus 9 im 1. OG

Zustand: leer, Parkettbelag

Empfangsraum:

Art: Kind 2

Lage: Wohnung Nr. 226

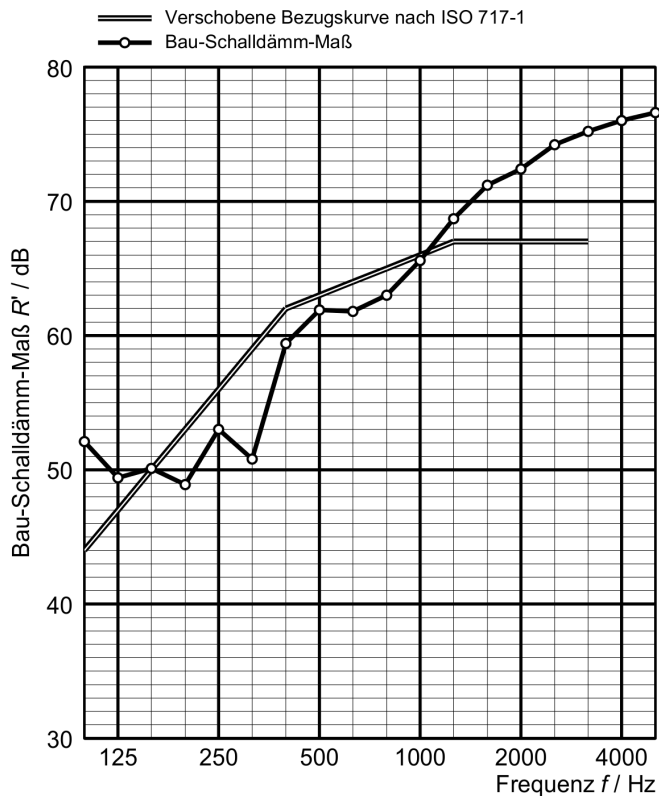
Haus 9 im EG

Zustand: leer, Parkettbelag

Vol.: $V = 27,00 \text{ m}^3$ Prüffläche: $11,10 \text{ m}^2$

Prüfdatum: 27.10.2011

Frequenz [Hz]	R' Terz [dB]
100	52,1
125	49,4
160	50,1
200	48,9
250	53,0
315	50,8
400	59,4
500	61,9
630	61,8
800	63,0
1000	65,6
1250	68,7
1600	71,2
2000	72,4
2500	74,2
3150	75,2
4000	76,0
5000	76,6



Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_w(C; C_{tr}) = 63 (-1; -5) \text{ dB}$

Bewertung nach ISO 717-1

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

	100 - 3150 Hz	100 - 5000 Hz
C	-1 dB	0 dB
C _{tr}	-5 dB	-5 dB

MÜLLER-BBM

Planegg, 02.11.2011

Prüfbericht Nr. M88 874/5

Anhang A

Seite 2

Bau-Schalldämm-Maß nach ISO 140-4

Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden

Auftraggeber:**Objekt:** Wohnanlage Heimstetten, Gruber Straße / Zugspitzstraße**Prüfgegenstand:** Wohnungstrenndecke (Eckraum)**Aufbau (gemäß Planunterlagen):**

- 220 mm Stahlbeton-Massivdecke mit schwimmendem Estrich und Laminataufbau.

Flankierende Bauteile:

- 365 mm Außenwand aus Leicht-Hochlochziegel vom Typ ZMK12, Fa. Kellerer.

- Massive Innenwände.

Senderraum:

Art: Wohnen/Essen

Lage: Wohnung 06,

Haus 3, 1.OG

Zustand: leer, Laminat

Empfangsraum:

Art: Wohnen/Essen

Lage: Wohnung 01,

Haus 3, EG

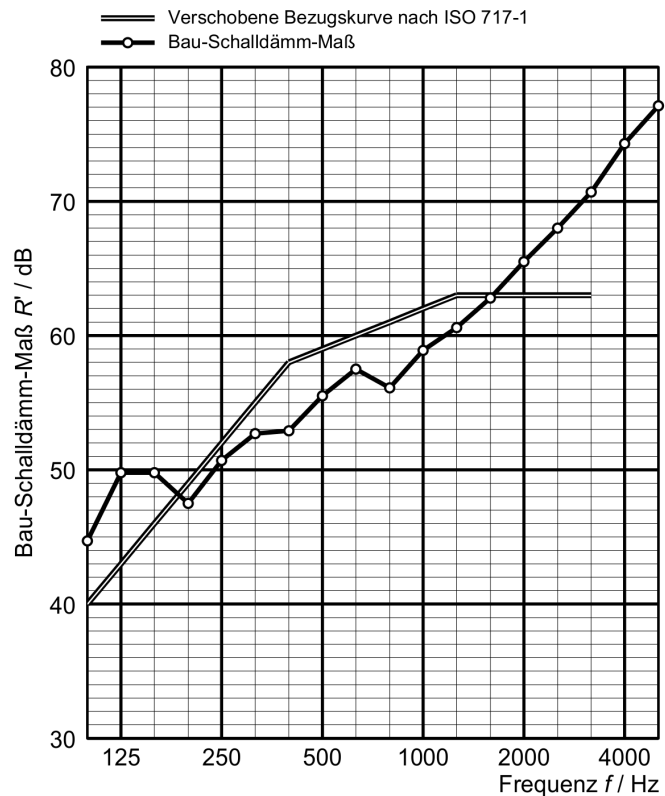
Zustand: leer, Fliesen

Vol.: $V = 61,20 \text{ m}^3$ Prüffläche: $25,18 \text{ m}^2$

Prüfdatum: 26.05.2011

Frequenz [Hz]	R' Terz [dB]
100	44,7
125	49,8
160	49,8
200	47,5
250	50,7
315	52,7
400	52,9
500	55,5
630	57,5
800	56,1
1000	58,9
1250	60,6
1600	62,8
2000	65,5
2500	68,0
3150	70,7
4000	74,3
5000	77,1

° Wert korrigiert mit Fremdgeräusch



Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_w(C; C_{tr}) = 59 (-1; -4) \text{ dB}$

Bewertung nach ISO 717-1

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messergebnissen,
die in Terzbändern gewonnen wurden.

	100 - 3150 Hz	100 - 5000 Hz
C	-1 dB	0 dB
C _{tr}	-4 dB	-4 dB

MÜLLER-BBM

Planegg, 30.05.2011

Prüfbericht Nr. M81 874/10

J. Meier

Anhang A

Seite 2

Anhang C: Die Baustoffe in den einzelnen Bausituationen

In folgender [Tabelle C.1](#) werden die Baustoffe der jeweiligen Trennbauteile und Flankenbauteile dargestellt. Das [Trennbauteil \(TB\)](#) ist jeweils aus Stahlbeton und bei den Decken zusätzlich mit schwimmendem Estrich ausgestattet. Die Flanke 1 in Spalte 3 entspricht jeweils der Außenwand. Bei Wänden als [TB](#) entspricht die Flanke 2 der Innenwand und Flanke 3 und 4 sind Decken. Bei Decken als [TB](#) entsprechen die Flanken 2 bis 4 jeweils den Innenwänden. Bei Mauerwerk ist zusätzlich die Rohdichteklasse angegeben. Besteht eine Flanke aus mehreren Baustoffen, so sind alle verwendeten Baustoffe angegeben. Die Dicken der einzelnen Bauteile sind nicht aufgeführt. Das schalltechnisch schwächste Bauteil der jeweiligen Bausituation, wie es nach der *EDIN 4109* berechnet wird, ist *kursiv* dargestellt.

Tabelle C.1: Baustoffe der einzelnen [TB](#) und der zugehörigen flankierenden Bauteile

Bauteil	TB	Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	Flanke 4
Colmdorfstraße					
Wand	STB	MW 1.2	GK, STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke	STB s. E.	MW 1.2	GK	STB	MW 1.2
Briegerstraße 1					
Wand	STB	MW 1.2	MW 1.2	STB s. E.	STB s. E.
Decke	STB s. E.	MW 1.2	MW 1.2	STB	MW 1.2, 2.0
Briegerstraße 2					
Wand	STB	MW 1.8	STB VS	STB s. E.	STB s. E.
Decke	STB s. E.	MW 1.4	GK	GK	MW 1.4, STB
Freiham 2					
Wand 1	STB	HLZ 1.4	MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	HLZ 1.4, MW 2.0	STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB s. E.	HLZ 1.4, MW 2.0	GK	GK	MW 2.0, STB
Decke 2	STB s. E.	HLZ 1.4, MW 2.0, STB	STB	GK	MW 2.0, STB

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle C.1: Baustoffe (Fortsetzung)

Bauteil	TB	Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	Flanke 4
Freiham 3					
Wand	STB	STB	STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke	STB s. E.	STB	GK	STB	STB
OttoBrunn					
Wand 1	STB	HLZ 1.2, STB	MW 1.2, STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	HLZ 1.2	MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 3	STB	HLZ 1.2, STB	MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 4	STB	HLZ 1.4	MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB s. E.	HLZ 1.2, MW 2.0	MW 1.2	STB	MW 1.2, 2.0
Decke 2	STB s. E.	HLZ 1.2	HLZ 1.2, 2.0	STB	MW 1.2, 2.0
Decke 3	STB s. E.	HLZ 1.2	HLZ 1.2, MW 2.0	STB	MW 1.2, STB
Decke 4	STB s. E.	HLZ 1.2	MW 1.2, 2.0	STB	MW 1.2, 2.0
Rümannstraße					
Wand 1	STB	HLZ 1.2	MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	MW 2.0	MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 3	STB	HLZ 1.2	MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 4	STB	HLZ 1.2	MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB s. E.	HLZ 1.2, STB	MW 1.0, 2.0, STB	STB	HLZ 1.2, MW 2.0, STB
Decke 2	STB s. E.	HLZ 1.2	MW 1.0, 2.0	STB	HLZ 1.2
Decke 3	STB s. E.	HLZ 1.2, MW 2.0	MW 1.0	MW 1.0	MW 2.0, STB
Decke 4	STB s. E.	HLZ 1.2	MW 1.0	MW 1.0	MW 1.0
Decke 5	STB s. E.	HLZ 1.2, STB	HLZ 1.2	MW 1.0	MW 1.0
Decke 6	STB s. E.	HLZ 1.2, STB	HLZ 1.2	STB	HLZ 1.2, MW 1.0, 2.0, STB
Oberweg/Saxhuberweg					
Wand 1	STB	MW 1.8	MW 1.8	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	MW 1.8	MW 1.8	STB s. E.	STB s. E.
Decke	STB s. E.	MW 1.8, STB	GK, MW 1.8, STB	MW 1.8, STB	STB

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle C.1: Baustoffe (Fortsetzung)

Bauteil	TB	Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	Flanke 4
Graf-Konrad-Straße					
Wand	STB	HLZ 1.4	STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB s. E.	HLZ 1.4, STB	MW 1.2, 2.0, STB	STB	MW 1.2, 2.0, STB (s. E.)
Decke 2	STB s. E.	HLZ 1.4, STB	MW 1.2	STB	MW 1.2
Decke 3	STB s. E.	HLZ 1.4	MW 1.2, STB	MW 1.2	MW 1.2, STB s. E.
Gerlichstraße					
Wand 1	STB	PZ 0.9	STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	PZ 0.9	HLZ 1.4, MW 2.0, STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB s. E.	PZ 0.9	PZ 0.9	HLZ 1.4, STB	GK
Decke 2	STB s. E.	PZ 0.9	PZ 0.9	HLZ 1.4	MW 2.0
Decke 3	STB s. E.	PZ 0.9	PZ 0.9	HLZ 1.4	MW 2.0
Decke 4	STB s. E.	PZ 0.9	PZ 0.9	HLZ 1.4, STB	GK
Fasanenstraße					
Decke 1	STB s. E.	PZ 0.9, STB	STB	HLZ 1.2, STB	HLZ 1.2, STB s. E.
Decke 2	STB s. E.	PZ 0.9	PZ 0.9	HLZ 1.2	HLZ 1.2
Gruber Straße					
Decke	STB s. E.	PZ 0.9	PZ 0.9	HLZ 1.4	MW 2.0, STB
Münchener Straße					
Wand	STB	MW 1.4	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB s. E.	MW 1.4	MW 1.4	STB	GK
Decke 2	STB s. E.	MW 1.4	STB	STB	GK
Faustnerweg					
Wand	STB	PZ 0.9	HLZ 1.2, STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke	STB s. E.	PZ 0.9	HLZ 1.2	HLZ 1.2	HLZ 1.2
Hans-Döllgast-Straße					
Wand 1	STB	STB	GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	STB	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle C.1: Baustoffe (Fortsetzung)

Bauteil	TB	Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	Flanke 4
Schlosshotel					
Wand 1	STB	STB	GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	GK	GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 3	STB	STB	GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 4	STB	GK, VS	STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB ^a	STB	STB, GK	STB	STB, GK
Decke 2	STB s. E.	STB	GK	STB	STB, GK
Decke 3	STB s. E.	GK	GK	STB	GK, STB s. E.
Decke 4	STB s. E.	STB	STB	u. B.	GK
Decke 5	STB s. E.	GK, VS	STB, MW 2.0	STB, MW 2.0	STB, MW 2.0
Severinstraße					
Wand 1	STB	HLZ 1.6	STB VS	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	STB	STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB s. E.	HLZ 1.6, STB	STB, GK	STB, GK	STB ^b
Decke 2	STB s. E.	HLZ 1.6, STB	STB	GK	GK
Nymphenburg					
Wand	STB	STB	STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke	STB s. E.	STB	GK	STB	STB
Richard-Strauß-Straße					
Wand 1	STB	STB	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	STB	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 3	STB	STB	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 4	STB	STB	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.
Decke	STB s. E.	STB	GK	GK	STB

Fortsetzung auf der nächsten Seite

^a geplanter s. E. bei der Messung noch nicht eingebaut^b Zweischalige Haustrennwand: aufgrund der Trennfuge wurde nur die innere Schale bei der Berechnung beachtet

Tabelle C.1: Baustoffe (Fortsetzung)

Bauteil	TB	Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	Flanke 4
Welfenstraße					
Wand 1	STB	STB	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 2	STB	STB	STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 3	STB	STB	STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 4	STB	STB	STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 5	STB	STB	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 6	STB	STB	GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 7	STB	STB	STB	STB s. E.	STB s. E.
Wand 8	STB	STB	STB, GK	STB s. E.	STB s. E.
Wand 9	STB	STB	STB	STB s. E.	STB s. E.
Decke 1	STB s. E.	STB	STB	STB	STB
Decke 2	STB s. E.	STB	GK, STB	STB	STB
Decke 3	STB s. E.	STB	GK	STB	STB
Decke 4	STB s. E.	STB	STB	STB	STB
Decke 5	STB s. E.	STB	GK	GK	STB
Decke 6	STB s. E.	STB	STB s. E., GK	STB s. E., GK	STB
Decke 7	STB s. E.	STB	GK	GK	STB
Decke 8	STB s. E.	STB	GK	GK	STB
Decke 9	STB s. E.	STB	STB	STB	STB
Neumarkt					
Wand	STB	STB	MW 1.4	STB s. E.	STB s. E.

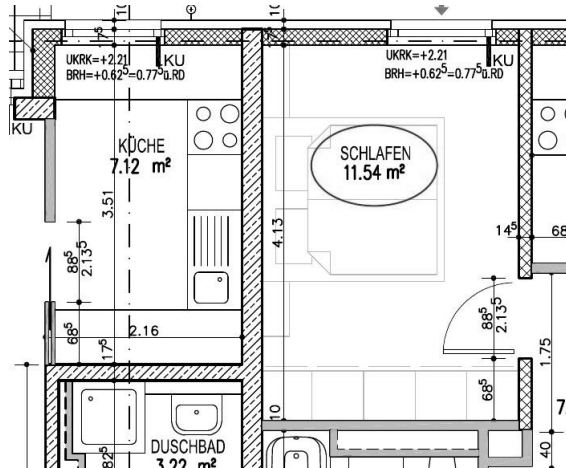
Anhang D: Grundrisse

Im Folgenden werden Ausschnitte aller Grundrisse dargestellt. Sie sind nach Bauvorhaben geordnet. Es werden jeweils erst die Trennwände aufgelistet und dann die Trenndecken. Zusätzlich zu den Grundrissen wird kurz der Ort im Gebäude, an dem sich das Trennbauteil befindet, beschrieben. Bei Wänden werden die gesamten Sende- und Empfangsräume abgebildet, es sei denn die Räume sind zu groß. In diesem Fall wird nur der relevante Teil der Räume dargestellt. Bei Decken als Trennbauteil wird bei gleichem Grundriss im Sende- und Empfangsraum der Senderaum abgebildet. Bei unterschiedlichen Grundrissen oder verschiedenen Baustoffen auf den unterschiedlichen Seiten des Trennbauteils werden beide Räume dargestellt. Schnitte sind nicht aufgeführt.

D.1 Colmdorfstraße, 2. Bauabschnitt

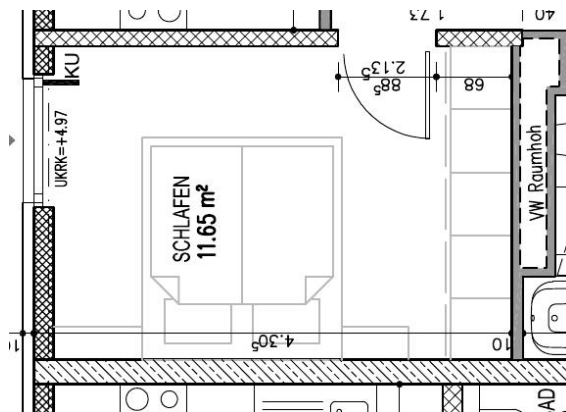
Die Trennbauteile:

- Wand: Haus 3, EG, **Wg** 118 Küche - **Wg** 119 Schlafen



Colmdorfstraße: Grundriss der Trennwand

- Decke: Haus 3, EG **Wg** 119 Schlafen - 1. OG **Wg** 122 Schlafen

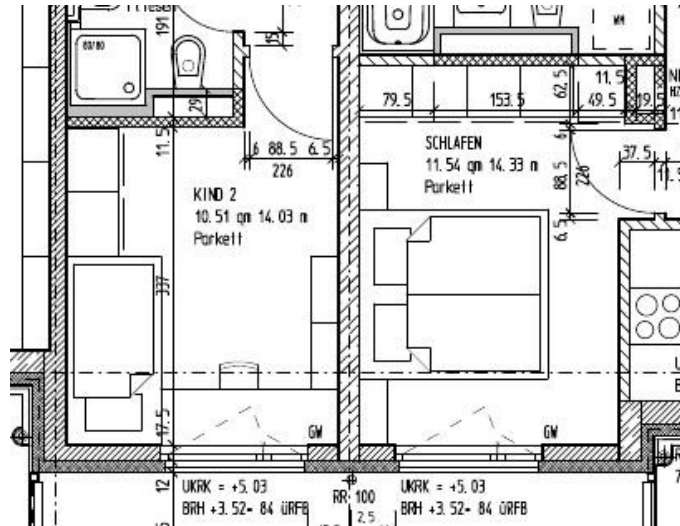


Colmdorfstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke

D.2 Briegerstraße 1. Bauabschnitt, München

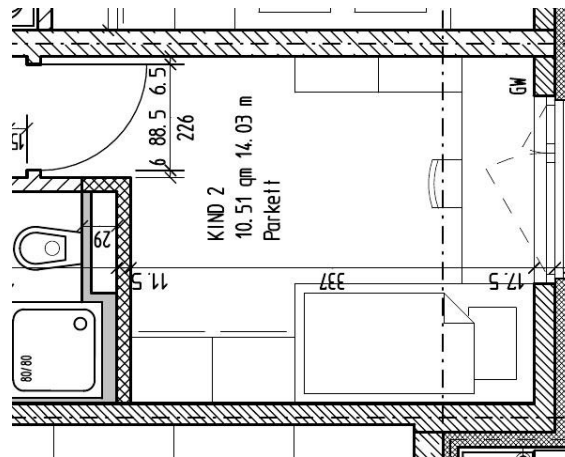
Die Trennbauteile:

- Wand: Haus 5, 1. OG, **Wg 42** Schlafen - **Wg 43** Kind 2



Briegerstraße 1. BA: Grundriss der Trennwand

- Decke: Haus 5, 1.OG **Wg 43** Kind 2 - 2. OG **Wg 46** Kind 2

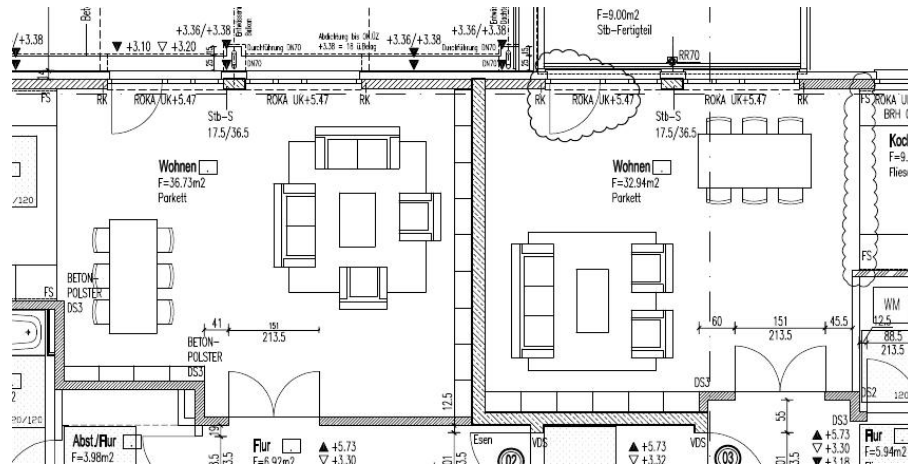


Briegerstraße 1. BA: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke

D.4 Freiham MK 7/II

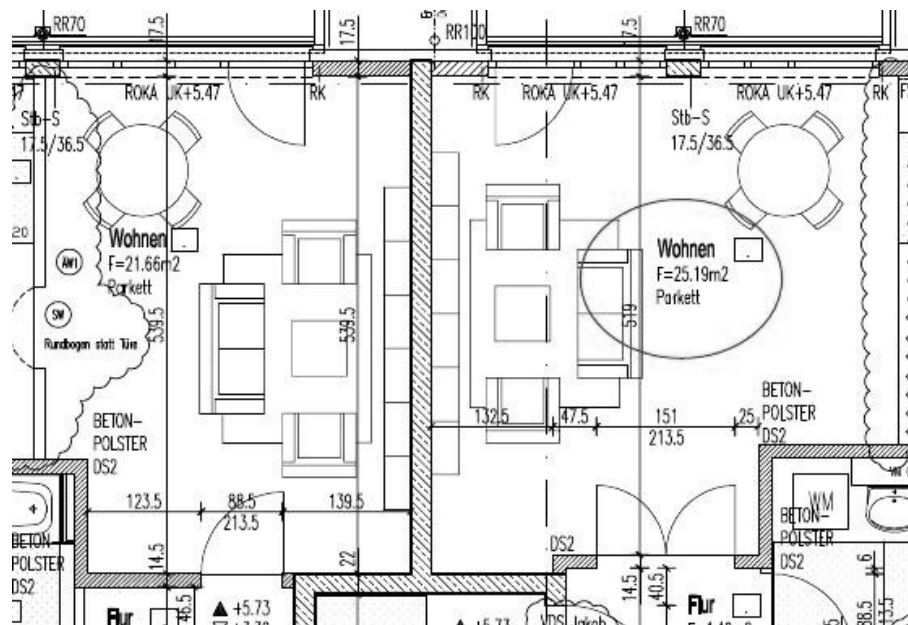
Die Trennbauteile:

- Wand 1: Haus 4, 1. OG, **Wg 2 Wohnen** - **Wg 3 Wohnen**



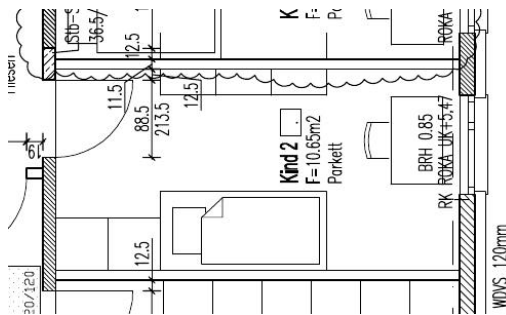
Freiham 2: Grundriss der Trennwand 1

- Wand 2: Haus 5, 1. OG, **Wg 11 Wohnen** - **Wg 12 Wohnen**

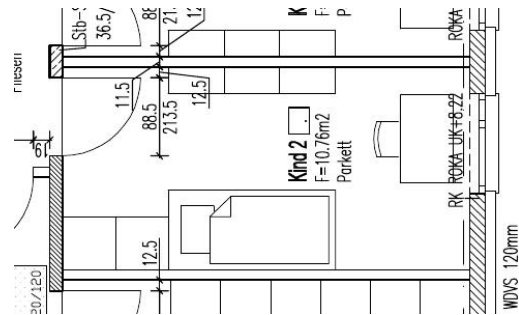


Freiham 2: Grundriss der Trennwand 2

- Decke 1: Haus 4, 1. OG **Wg 2** Kind 2 - 2. OG **Wg 4** Kind 2

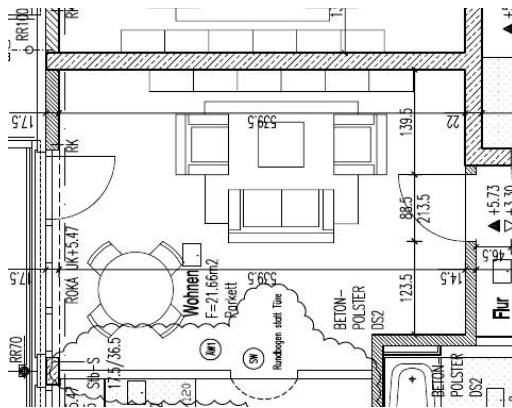


Freiham 2: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 1

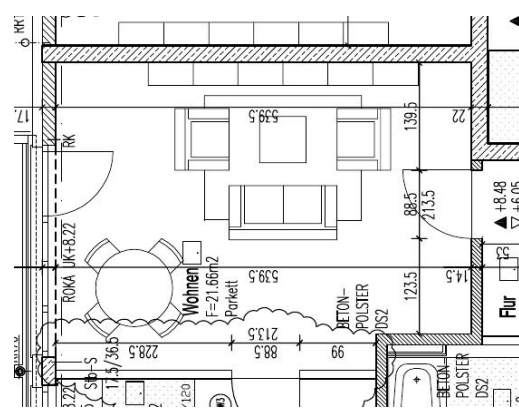


Freiham 2: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 1

- Decke 2: Haus 5, 1. OG **Wg 11** Wohnen - 2. OG **Wg 13** Wohnen



Freiham 2: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 2

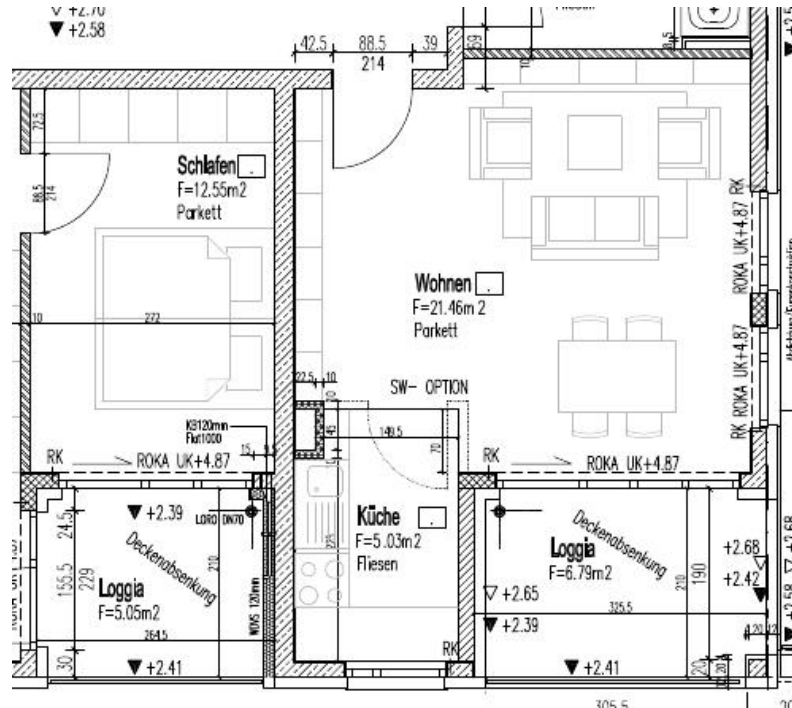


Freiham 2: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 2

D.5 Freiham MK 7/III

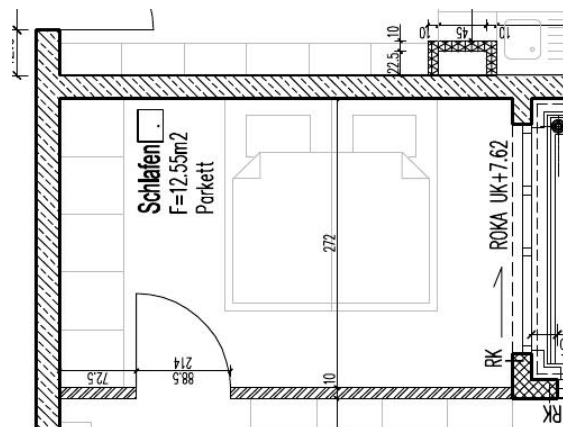
Die Trennbauteile:

- Wand: Haus 3, 1. OG, **Wg 1** Wohnen - **Wg 2** Schlafen



Freiham 3: Grundriss der Trennwand

- Decke: Haus 3, 1. OG Wg 2 Schlafen - 2. OG Wg 6 Schlafen

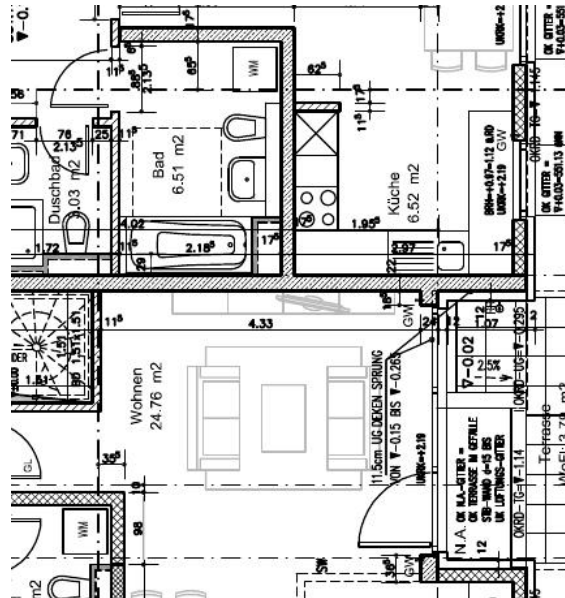


Freiham 3: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke

D.6 Ottobrunn

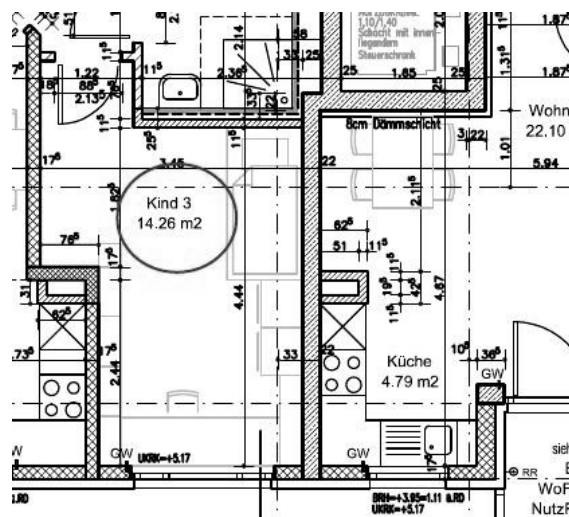
Die Trennbauteile:

- Wand 1: Haus 3, EG, **Wg** 19 Küche - **Wg** 20 Wohnen



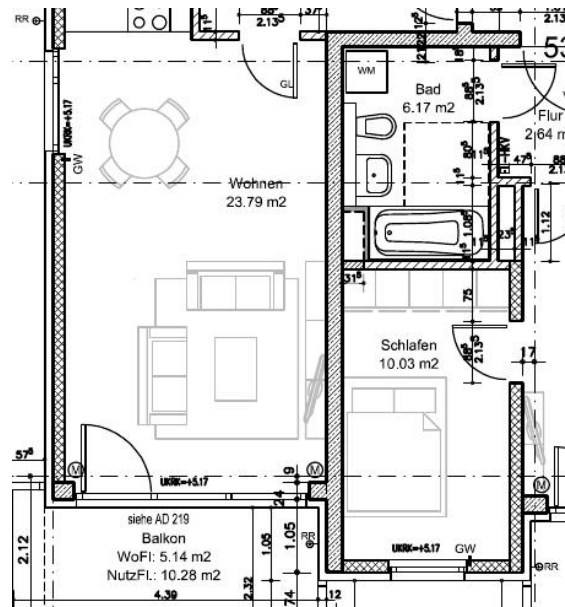
Ottobrunn: Grundriss der Trennwand 1

- Wand 2: Haus 5, 1. OG, **Wg** 36 Küche - **Wg** 37 Kind 3



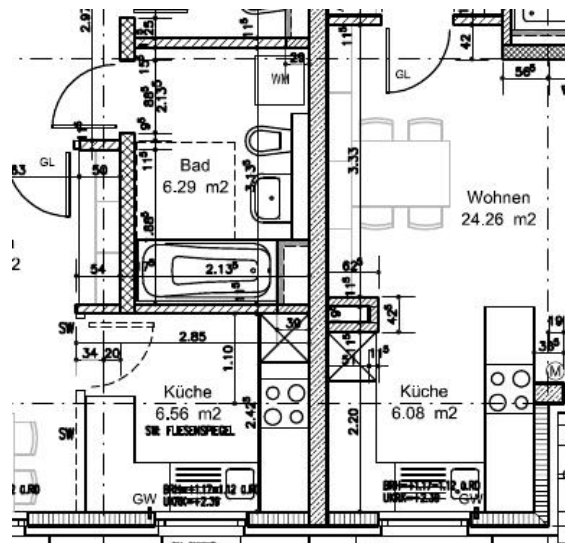
Ottobrunn: Grundriss der Trennwand 2

- Wand 3: Haus 7, 1. OG, **Wg** 53 Schlafen - **Wg** 54 Wohnen



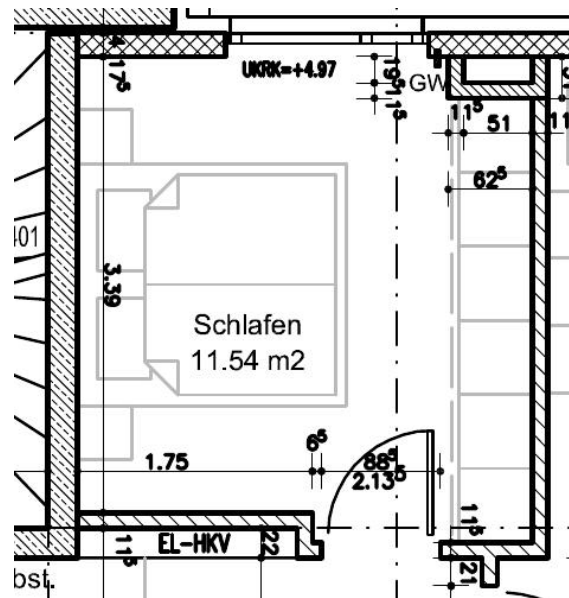
Ottobrunn: Grundriss der Trennwand 3

- Wand 4: Haus 8, EG, **Wg** 60 Küche - **Wg** 61 Küche



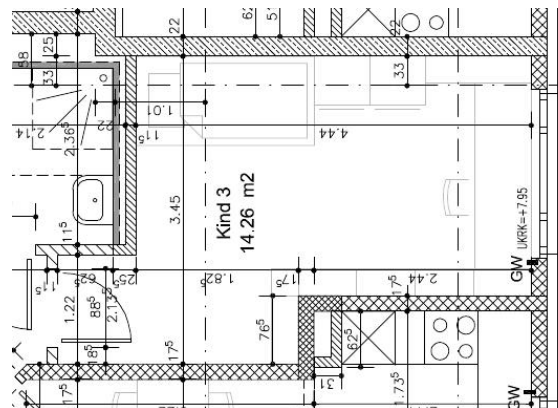
Ottobrunn: Grundriss der Trennwand 4

- Decke 1: Haus 3, EG **Wg** 19 Schlafen - 1. OG **Wg** 21 Schlafen



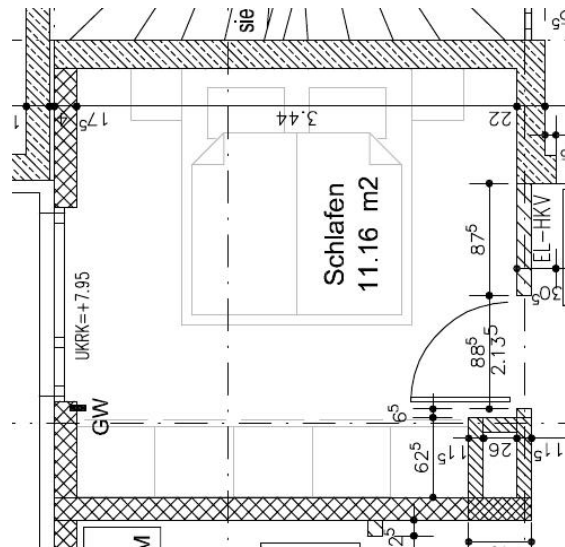
Ottobrunn: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 1

- Decke 2: Haus 5, 1. OG **Wg** 37 Kind 3 - 2. OG **Wg** 39 Kind 3



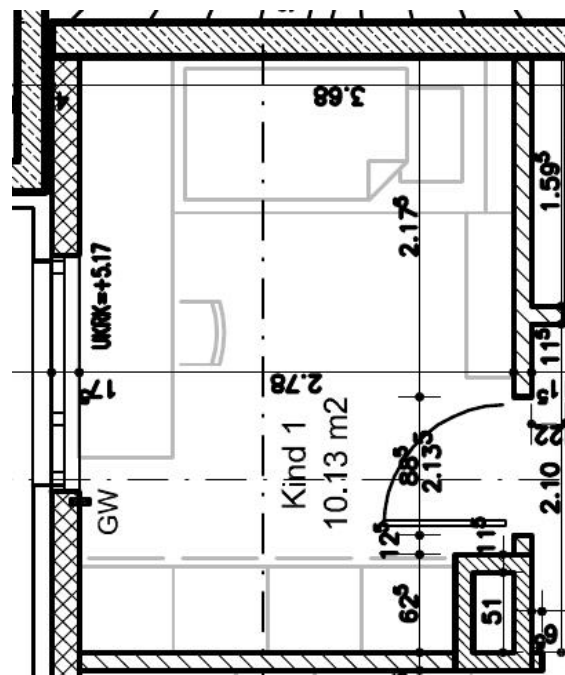
Ottobrunn: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 2

- Decke 3: Haus 7, 1. OG **Wg** 54 Schlafen - 2. OG **Wg** 57 Schlafen



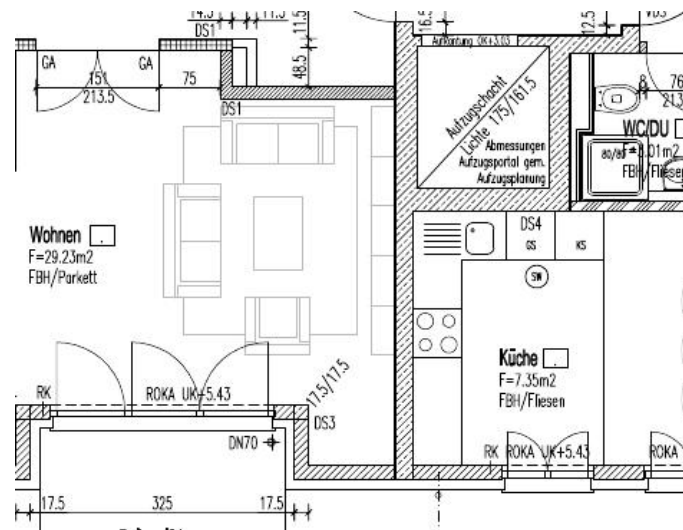
Ottobrunn: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 3

- Decke 4: Haus 8, EG **Wg** 61 Kind 1 - 1. OG **Wg** 63 Kind 1



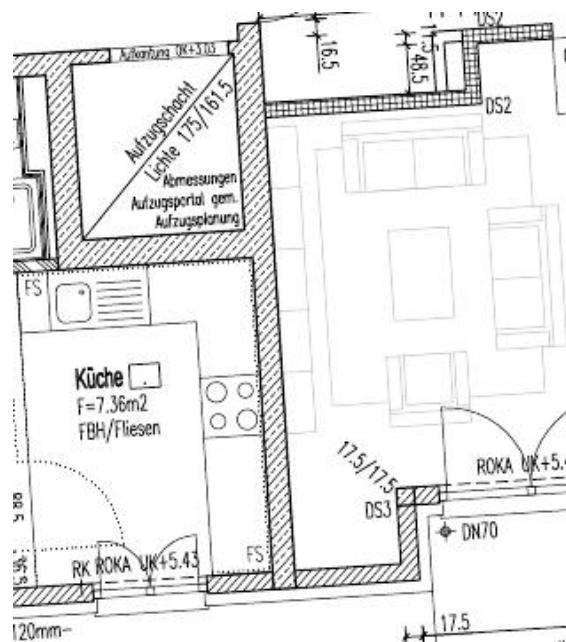
Ottobrunn: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 4

- Wand 3: Haus 6, 1. OG, **Wg I03** Küche - **Wg I04** Wohnen



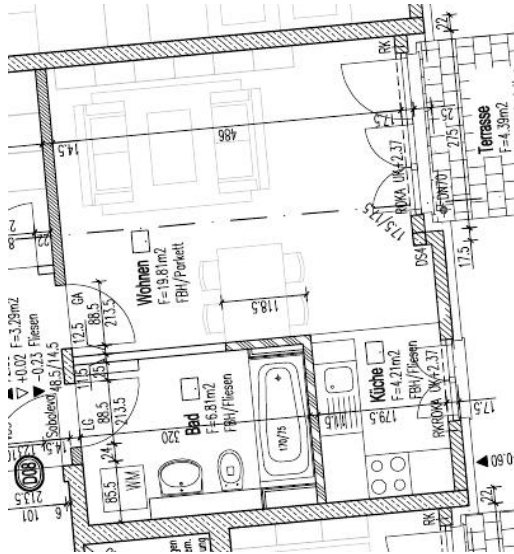
Rümannstraße: Grundriss der Trennwand 3

- Wand 4: Haus 8, 1. OG, **Wg I17** Wohnen - **Wg I18** Küche

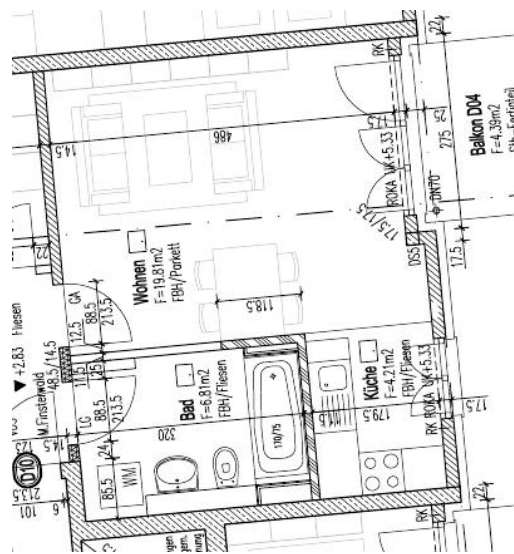


Rümannstraße: Grundriss der Trennwand 4

- Decke 1: Haus 1/2, EG **Wg** D08 Wohnen - 1. OG **Wg** D10 Wohnen

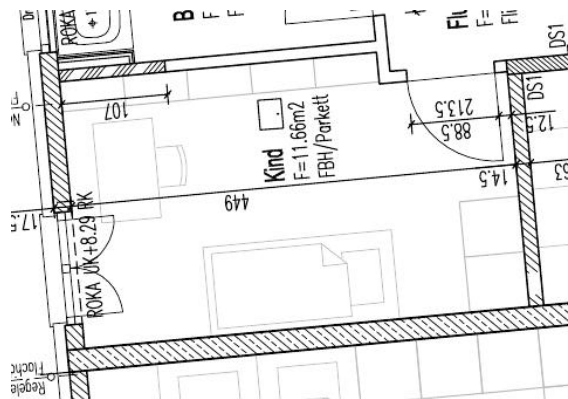


Rümannstraße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 1



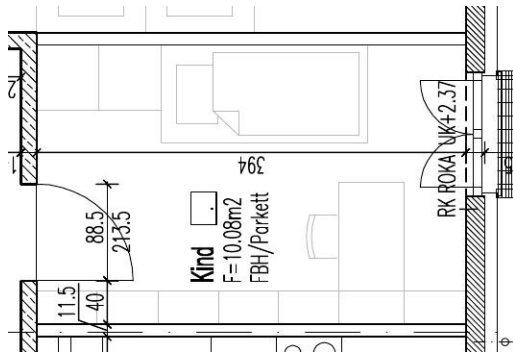
Rümannstraße: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 1

- Decke 2: Haus 1/2, 1. OG **Wg** D04 Kind - 2. OG **Wg** D06 Kind

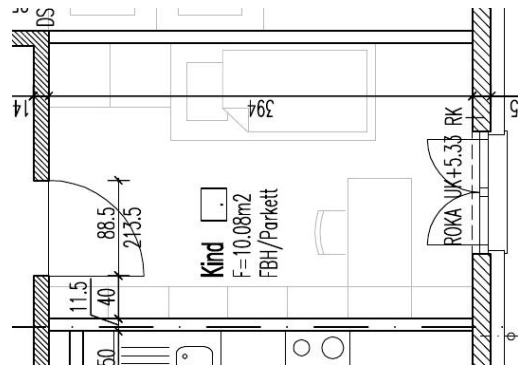


Rümannstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 2

- Decke 3: Haus 4/5, EG **Wg** D34 Kind - 1. OG **Wg** D37 Kind

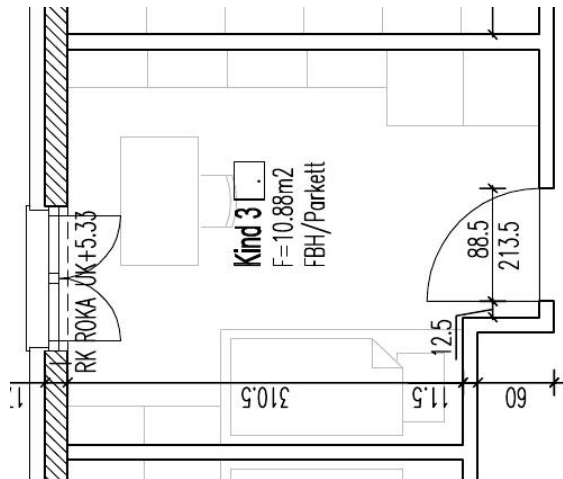


Rümannstraße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 3



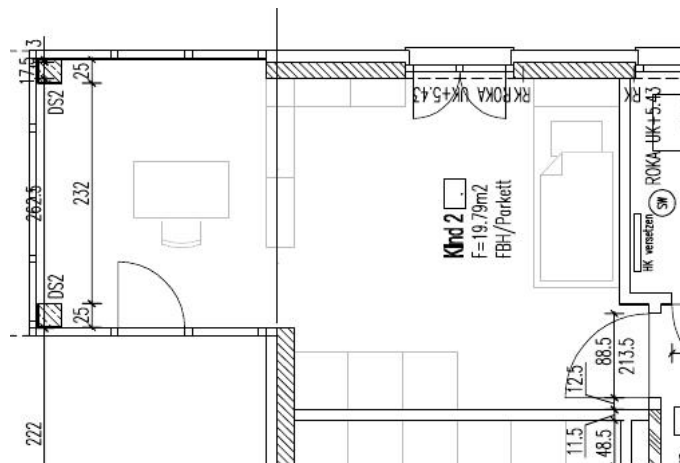
Rümannstraße: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 3

- Decke 4: Haus 4/5, EG **Wg** D48 Kind 3 - 1. OG **Wg** D50 Kind 3



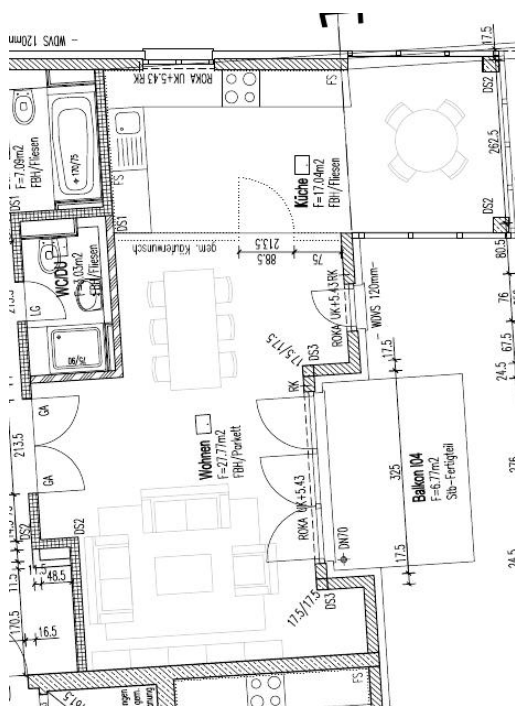
Rümannstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 4

- Decke 5: Haus 7, EG **Wg** I07 Kind 2 - 1. OG **Wg** I10 Kind 2

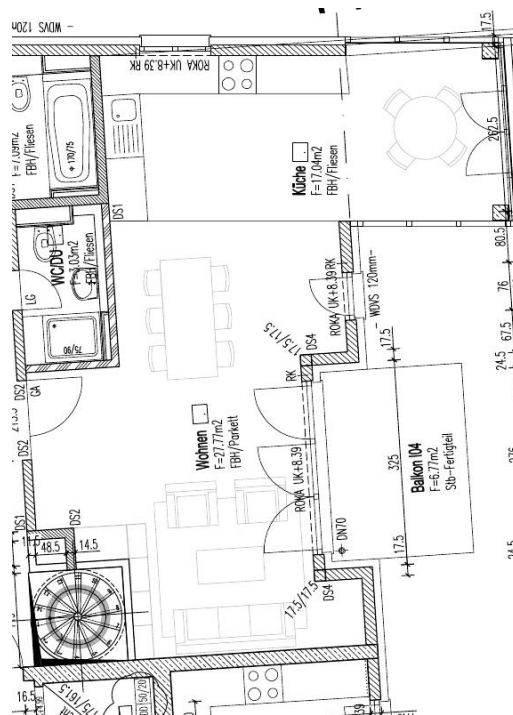


Rümannstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 5

- Decke 6: Haus 8, 1. OG **Wg** I17 Wohnen - 2. OG **Wg** I19 Wohnen



Rümannstraße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 6

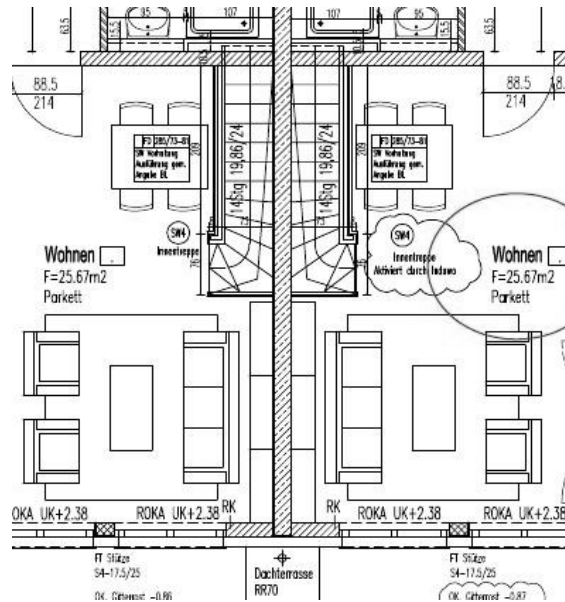


Rümannstraße: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 6

D.8 Oberweg/Saxhuberweg, Taufkirchen

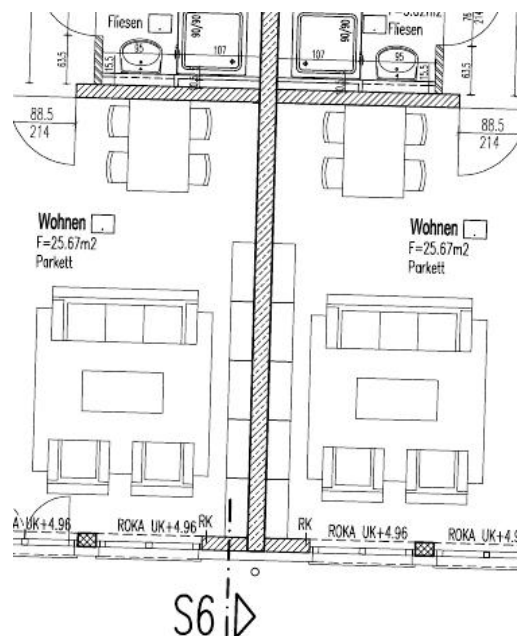
Die Trennbauteile:

- Wand 1: Haus 2, EG, **Wg 09** Wohnen - **Wg 10** Wohnen



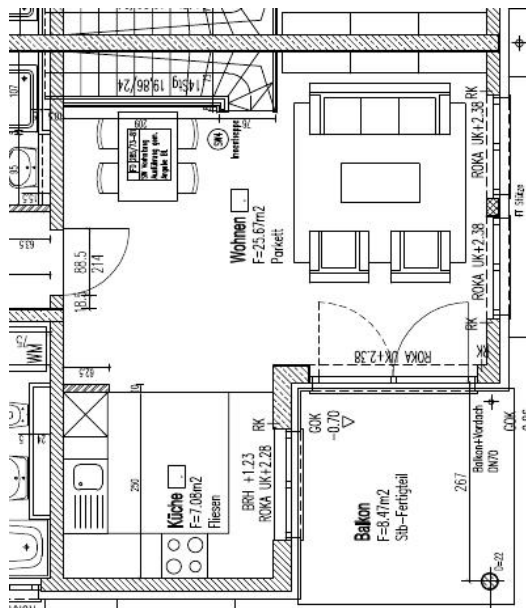
Oberweg/Saxhuberweg: Grundriss der Trennwand 1

- Wand 2: Haus 6, 1. OG, **Wg 36** Wohnen - **Wg 37** Wohnen

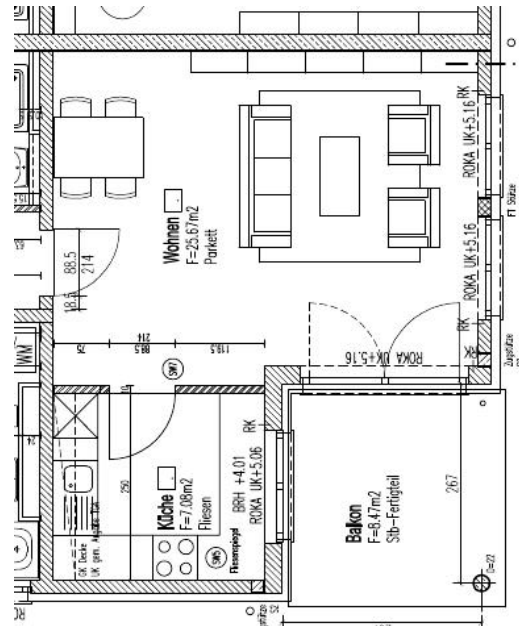


Oberweg/Saxhuberweg: Grundriss der Trennwand 2

- Decke: Haus 2, EG **Wg 10** Wohnen - 1. OG **Wg 12** Wohnen

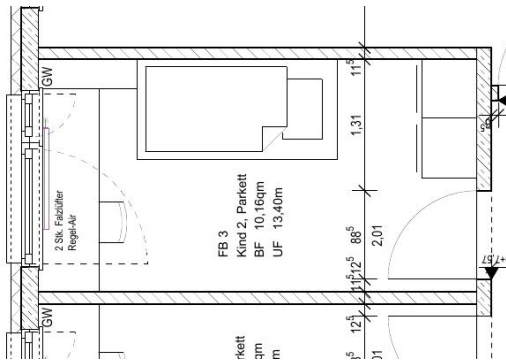


Oberweg/Saxhuberweg: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke

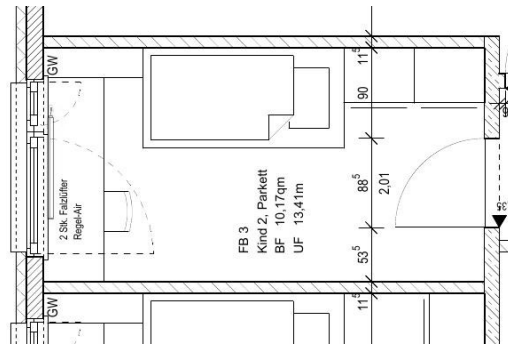


Oberweg/Saxhuberweg: Grundriss des Senderraums der Trenndecke

- Decke 2: Haus 3, 2. OG **Wg** 43 Kind 2 - 3. OG **Wg** 46 Kind 2

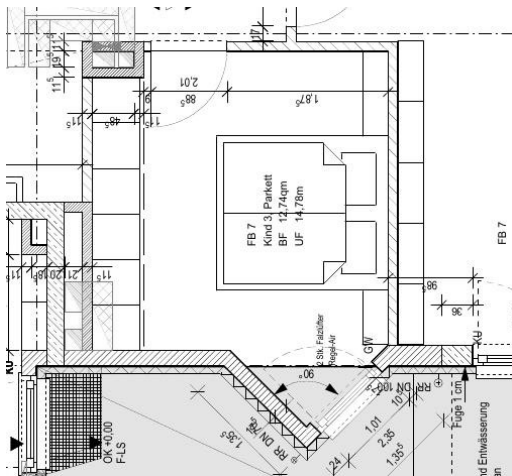


Graf-Konrad-Straße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 2

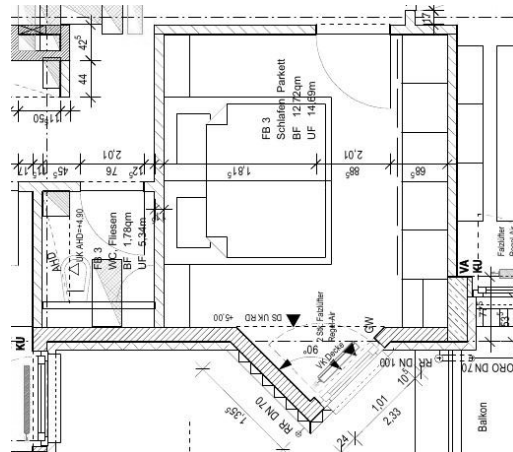


Graf-Konrad-Straße: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 2

- Decke 3: Haus 3, EG **Wg** 35 Kind 3 - 1. OG **Wg** 39 Schlafen



Graf-Konrad-Straße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 3

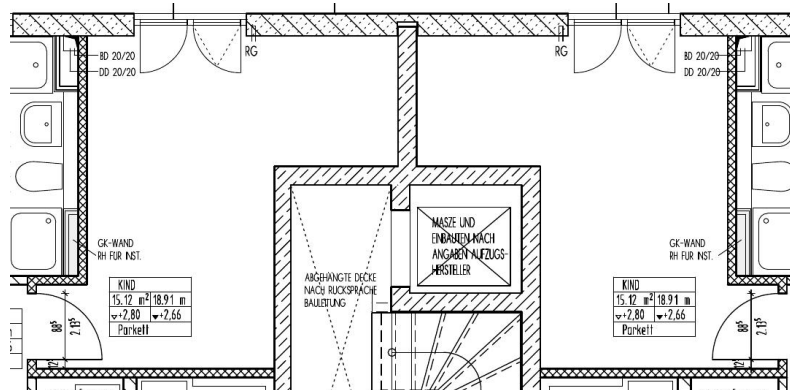


Graf-Konrad-Straße: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 3

D.10 Gerlichstraße, München

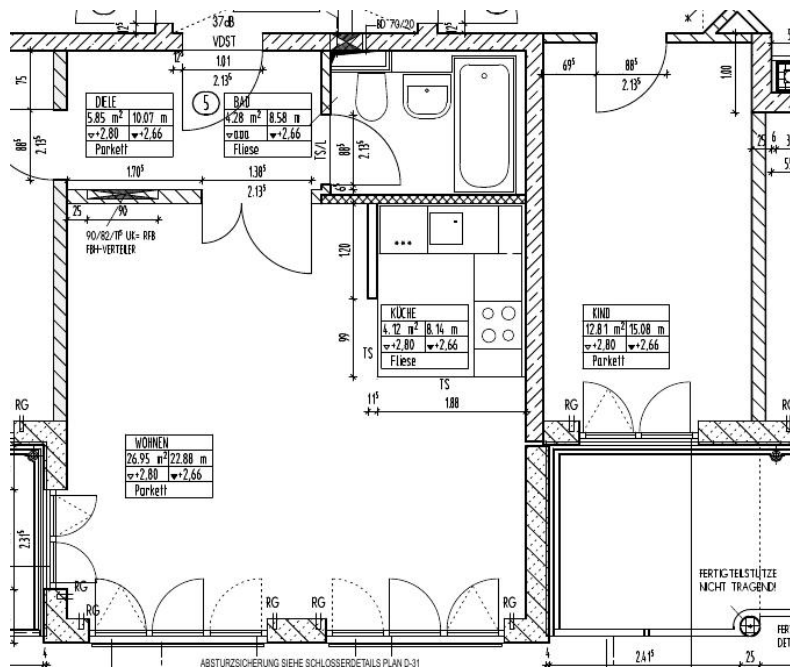
Die Trennbauteile:

- Wand 1: 1. OG, **Wg 4 Kind 1** - **Wg 6 Kind 1**



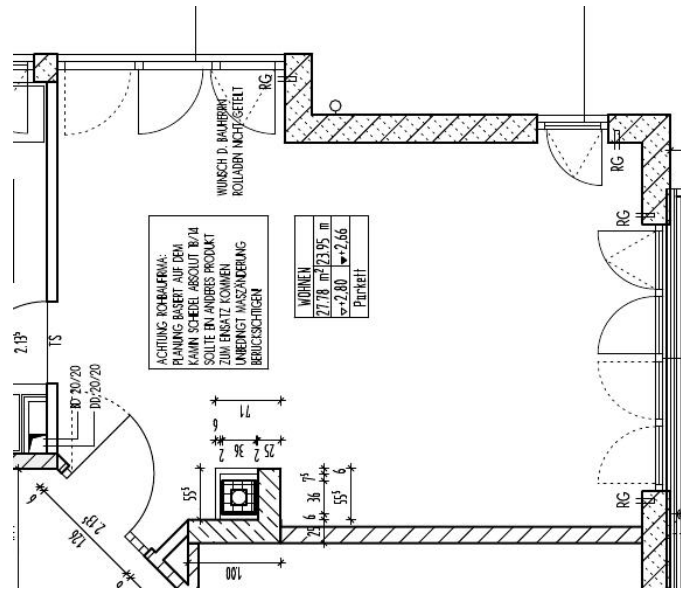
Gerlichstraße: Grundriss der Trennwand 1

- Wand 2: 1. OG, **Wg 5 Wohnen** - **Wg 6 Kind 2**



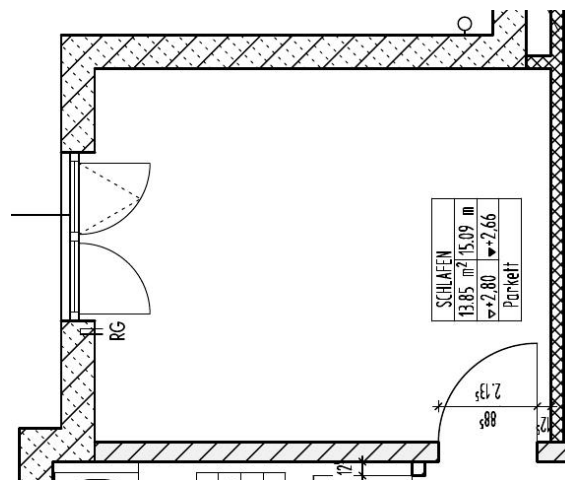
Gerlichstraße: Grundriss der Trennwand 2

- Decke 1: EG **Wg 3** Wohnen - 1. OG **Wg 6** Wohnen



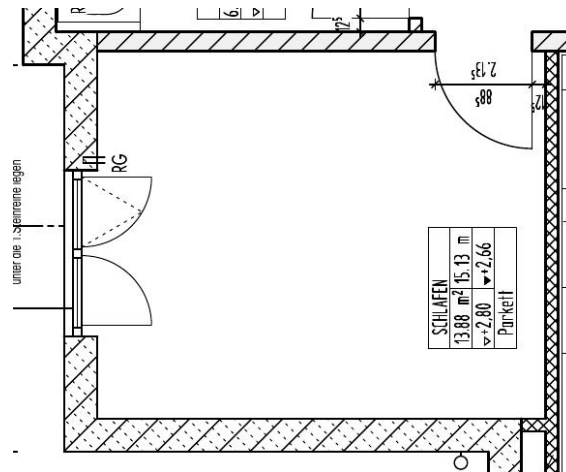
Gerlichstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 1

- Decke 2: EG **Wg 3** Schlafen - 1. OG **Wg 6** Schlafen



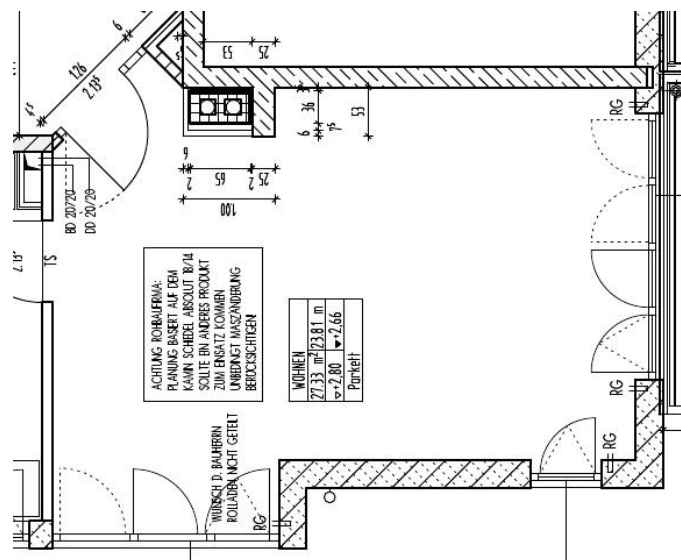
Gerlichstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 2

- Decke 3: EG **Wg** 1 Schlafen - 1. OG **Wg** 4 Schlafen



Gerlichstraße: Grundriss des Send- und Empfangsraums der Trenndecke 3

- Decke 4: EG **Wg** 1 Wohnen - 1. OG **Wg** 4 Wohnen

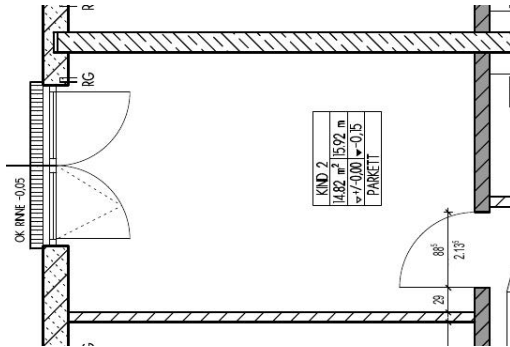


Gerlichstraße: Grundriss des Send- und Empfangsraums der Trenndecke 4

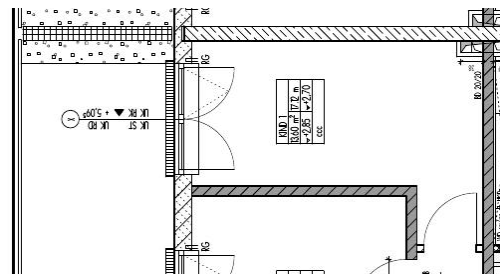
D.11 Fasanenstraße, München

Die Trennbauteile:

- Decke 1: Haus A, EG **Wg** 6 Kind 2 - 1. OG **Wg** 8 Kind 1

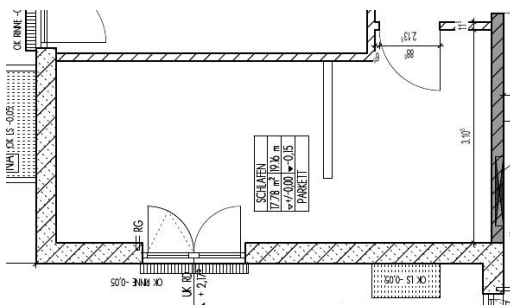


Fasanenstraße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 1

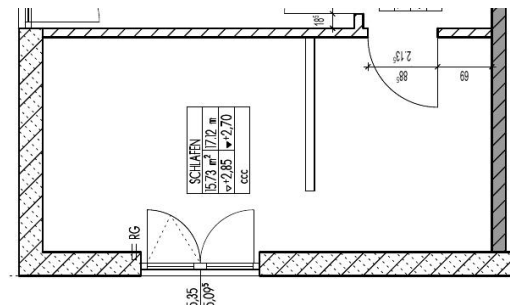


Fasanenstraße: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 1

- Decke 2: Haus A, EG **Wg** 7 Schlafen - 1. OG **Wg** 9 Schlafen



Fasanenstraße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 2

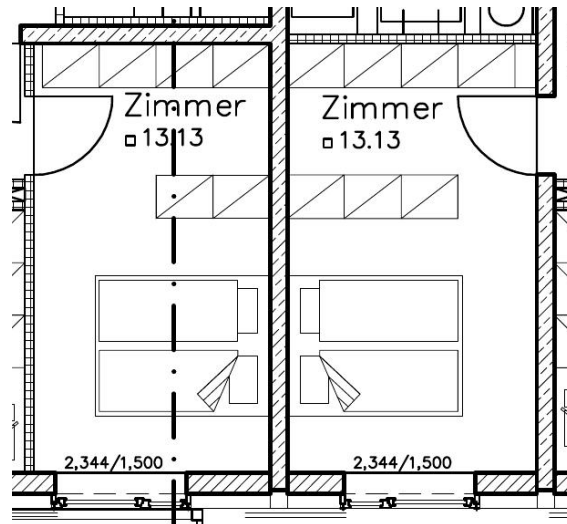


Fasanenstraße: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 2

D.13 Münchener Straße, Planegg

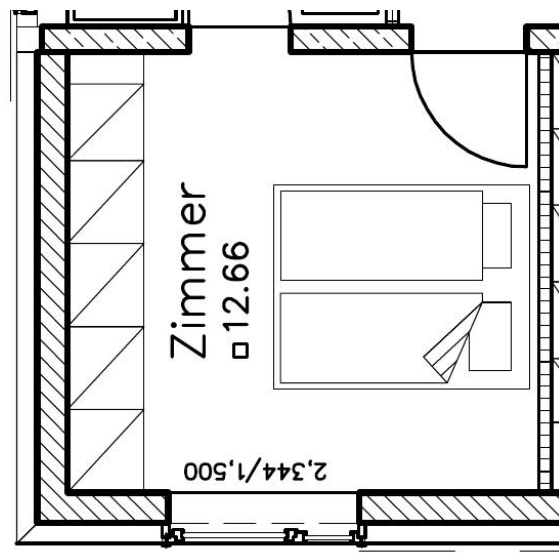
Die Trennbauteile:

- Wand: Haus B, 1. OG, **Wg** B1.3 Schlafen - **Wg** B1.4 Schlafen



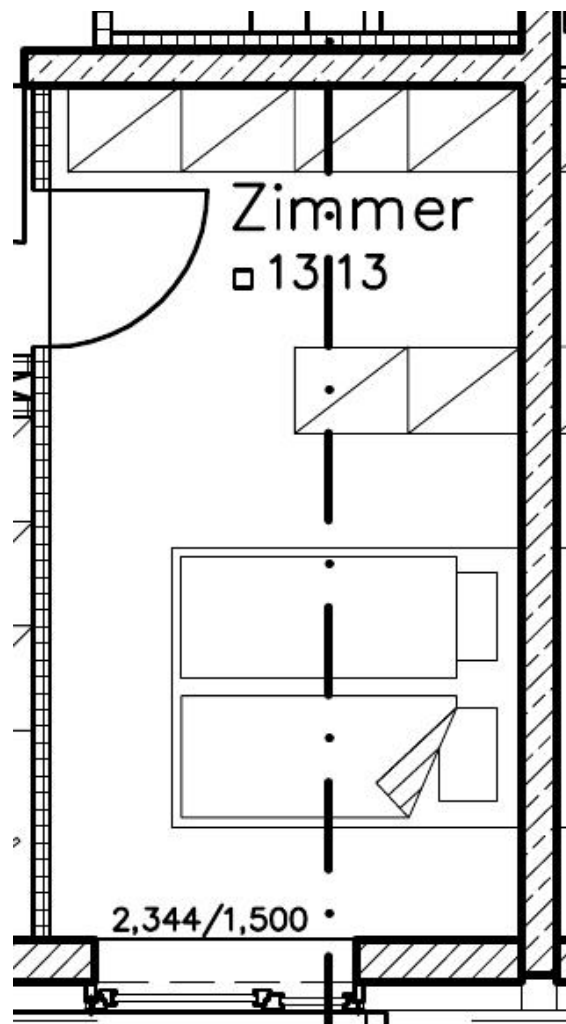
Münchener Straße: Grundriss der Trennwand

- Decke 1: Haus A, 1. OG **Wg** A1.5 Schlafen - 2. OG **Wg** A2.5 Schlafen



Münchener Straße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 1

- Decke 2: Haus B, 1. OG **Wg** B1.4 Schlafen - 2. OG **Wg** B2.4 Schlafen

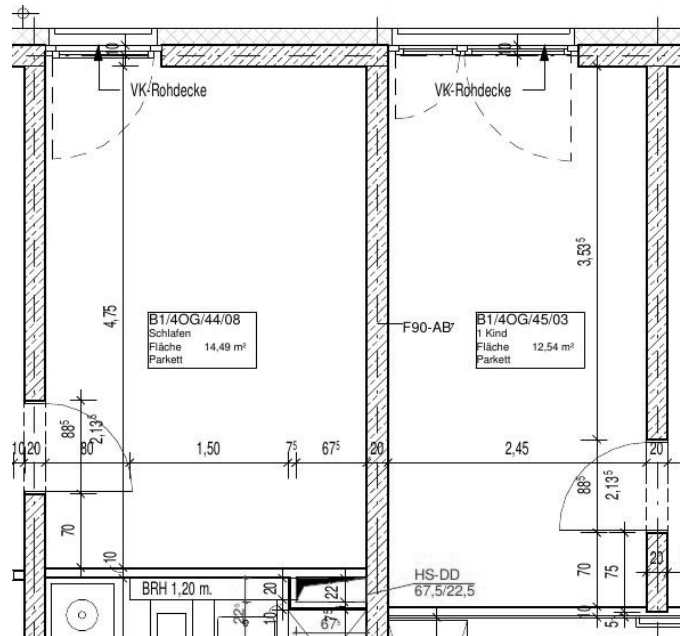


Münchener Straße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 2

D.15 Hans-Döllgast-Straße, Bauteil B1, München

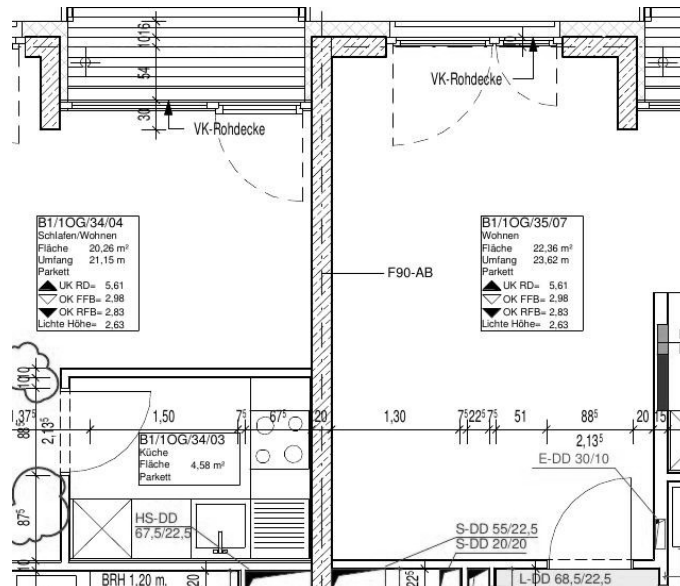
Die Trennbauteile:

- Wand 1: B1, 4. OG, **Wg 44** Schlafen - **Wg 45** Kind 1



Hans-Döllgast-Straße: Grundriss der Trennwand 1

- Wand 2: B1, 1. OG, **Wg 34** Schlafen - **Wg 35** Wohnen

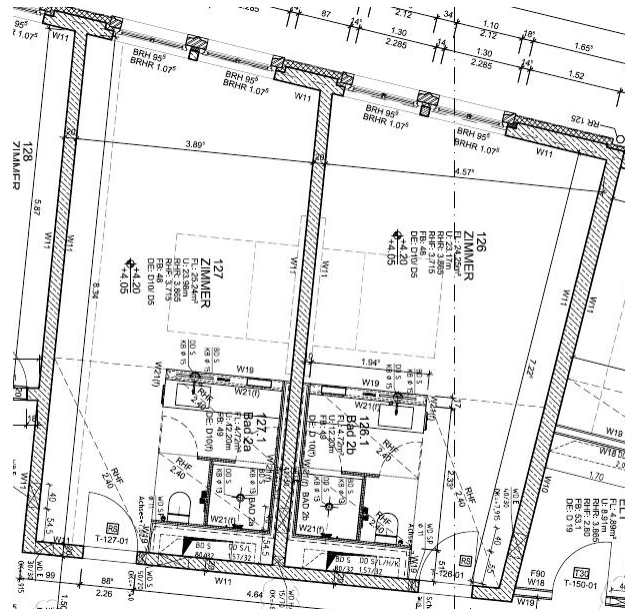


Hans-Döllgast-Straße: Grundriss der Trennwand 2

D.16 Schlosshotel, Dresden

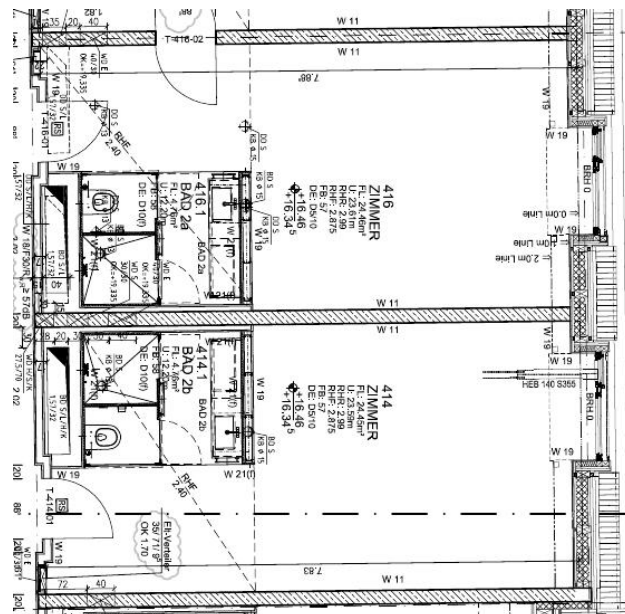
Die Trennbauteile:

- Wand 1: MK 8.1, 1. OG, Hotelzimmer 126 - Hotelzimmer 127



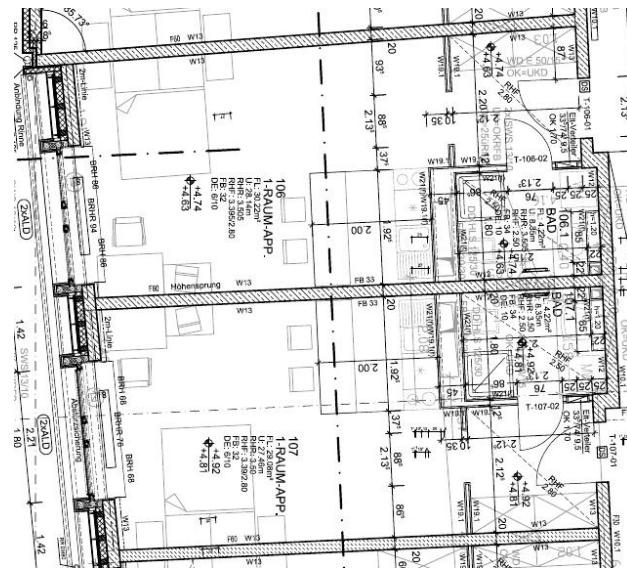
Schlosshotel: Grundriss der Trennwand 1

- Wand 2: MK 8.1, 1. DG, Hotelzimmer 414 - Hotelzimmer 416



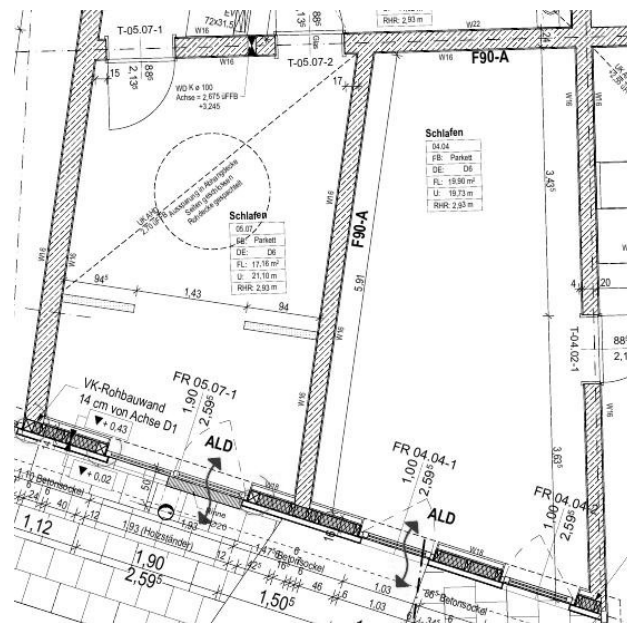
Schlosshotel: Grundriss der Trennwand 2

- Wand 3: MK 8.2.1, 1. OG, Apartment 106 - Apartment 107



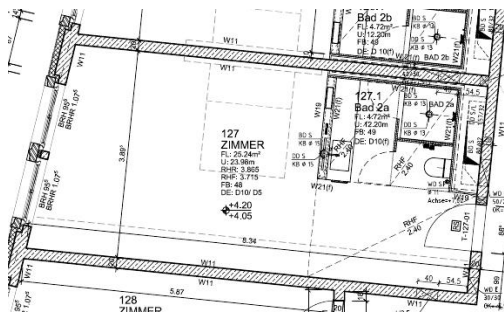
Schlosshotel: Grundriss der Trennwand 3

- Wand 4: MK 8.2.2, EG, **Wg** 04 Schlafen - **Wg** 05 Schlafen

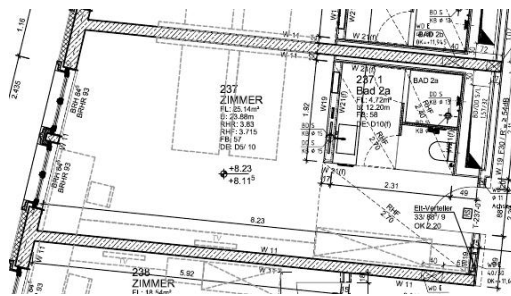


Schlosshotel: Grundriss der Trennwand 4

- Decke 1: MK 8.1, 1. OG Hotelzimmer 127 - 2. OG Hotelzimmer 237

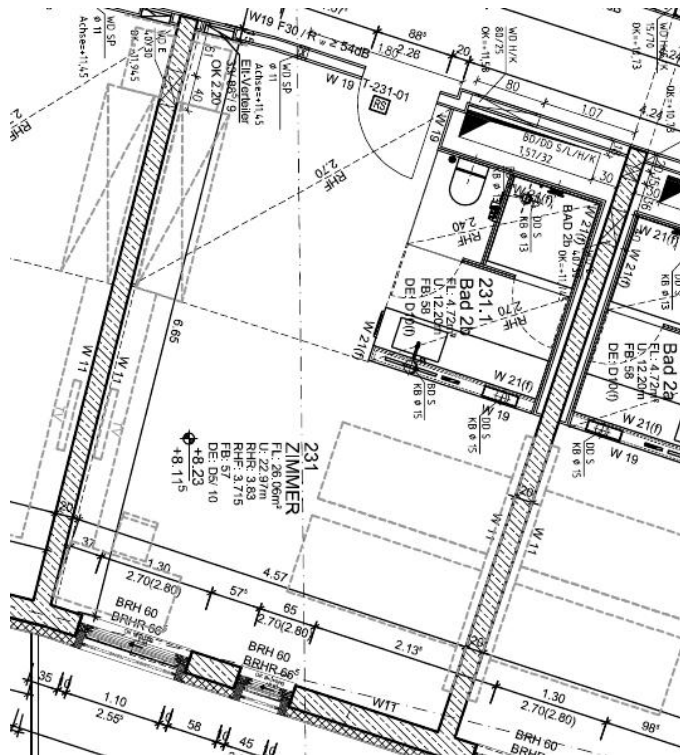


Schlosshotel: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 1



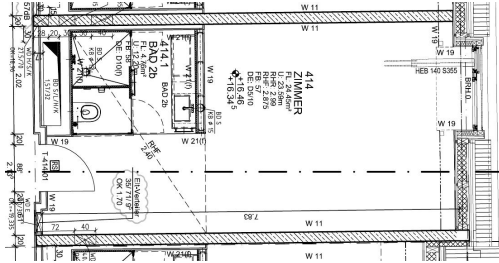
Schlosshotel: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 1

- Decke 2: MK 8.1, 1. OG Hotelzimmer 121 - 2. OG Hotelzimmer 231

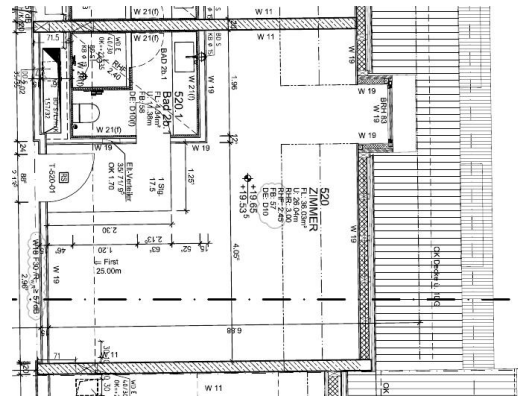


Schlosshotel: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 2

- Decke 3: MK 8.1, 1. DG Hotelzimmer 414 - 2. DG Hotelzimmer 520

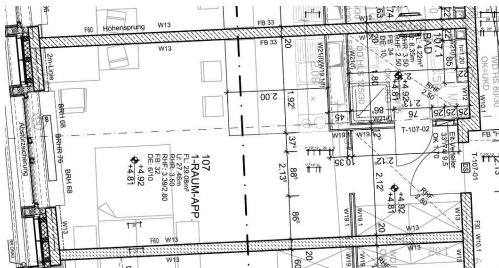


Schlosshotel: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 3

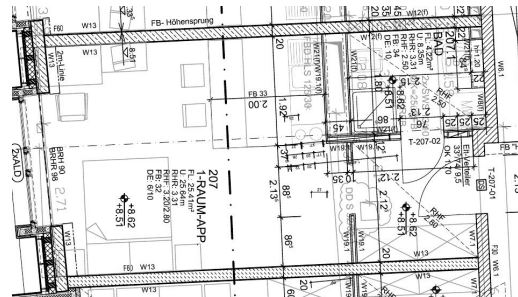


Schlosshotel: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 3

- Decke 4: MK 8.2.1, 1. OG Apartment 107 - 2. OG Apartment 207

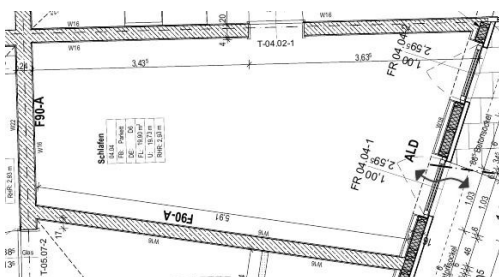


Schlosshotel: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 4

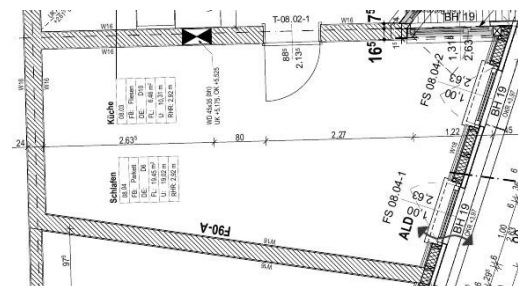


Schlosshotel: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 4

- Decke 5: MK 8.2.2, EG **Wg** 04 Schlafen - 1. OG **Wg** 08 Schlafen

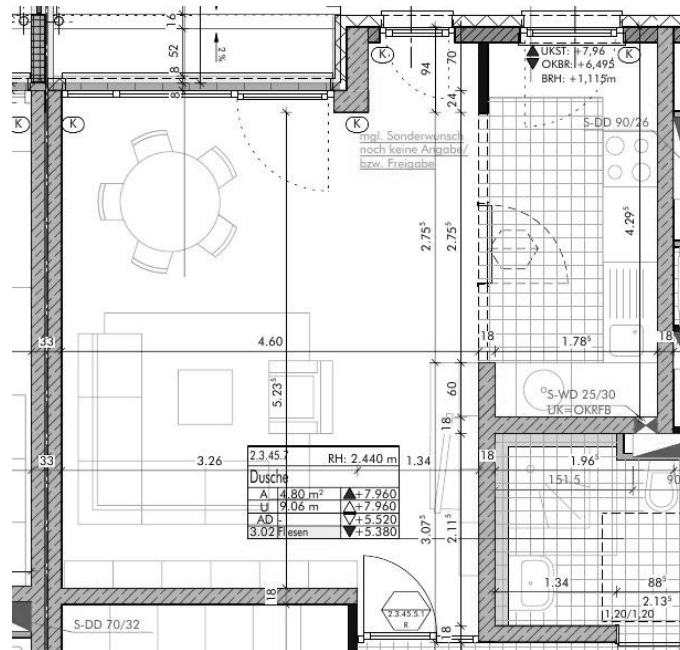


Schlosshotel: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 5



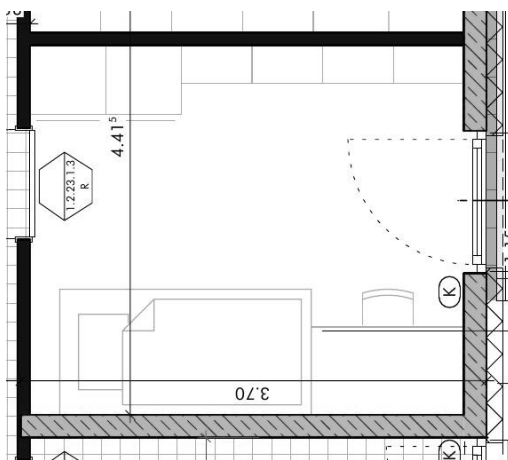
Schlosshotel: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 5

- Decke 1: Haus 3, 1. OG **Wg** 43 Wohnen - 2. OG **Wg** 45 Wohnen

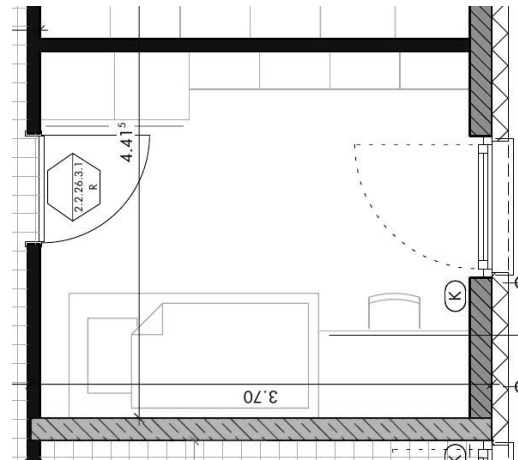


Severinstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 1

- Decke 2: Haus 2, 1. OG **Wg** 23 Kind 1 - 2. OG **Wg** 26 Kind 1



Severinstraße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 2

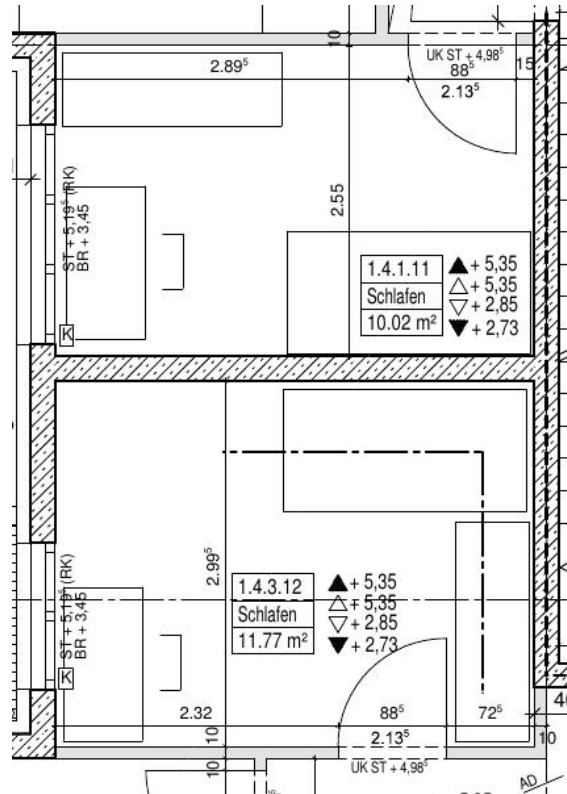


Severinstraße: Grundriss des Senderraums der Trenndecke 2

D.18 Schlossviertel Nymphenburg, München

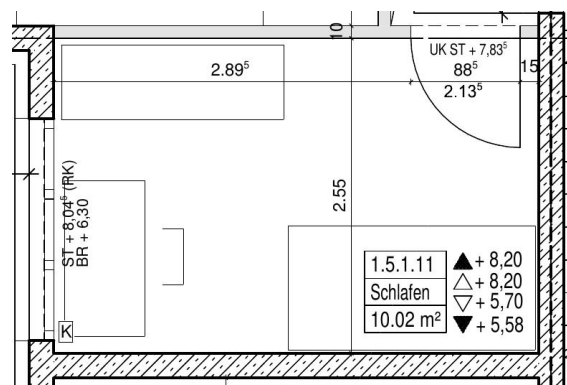
Die Trennbauteile:

- Wand: Haus 1, 1. OG, **Wg** 4.1 Schlafen - **Wg** 4.3 Schlafen



Nymphenburg: Grundriss der Trennwand

- Decke: Haus 1, 1. OG **Wg** 4.1 Schlafen - 2. OG **Wg** 5.1 Schlafen

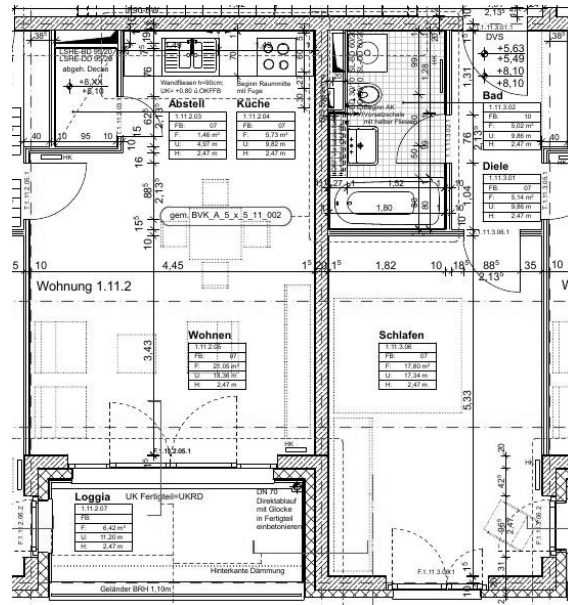


Nymphenburg: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke

D.19 Richard-Strauß-Straße, München

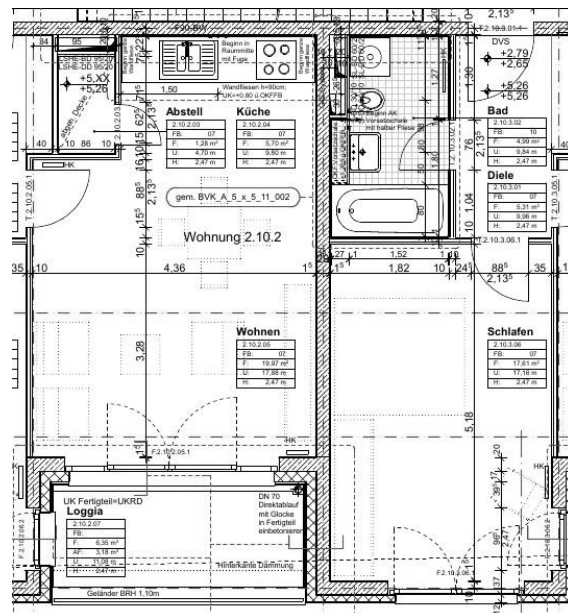
Die Trennbauteile:

- Wand 1: Haus 1, 1. OG, **Wg 11.2** Schlafen - **Wg 11.3** Wohnen



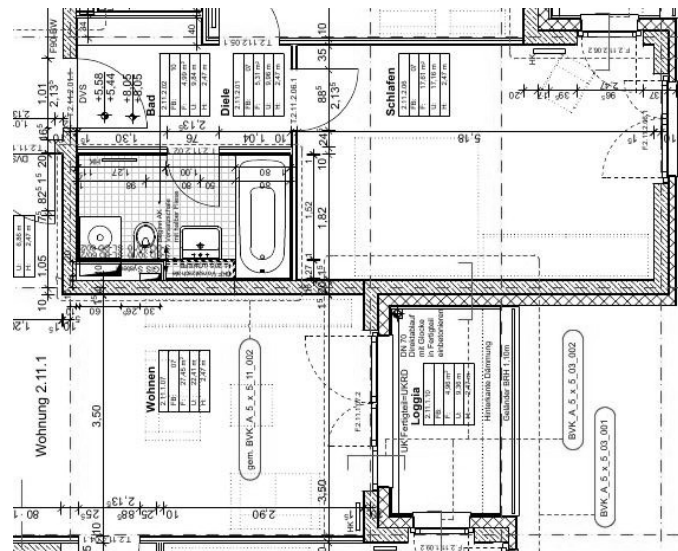
Richard-Strauß-Straße: Grundriss der Trennwand 1

- Wand 2: Haus 2, EG, **Wg 10.2** Schlafen - **Wg 10.3** Wohnen



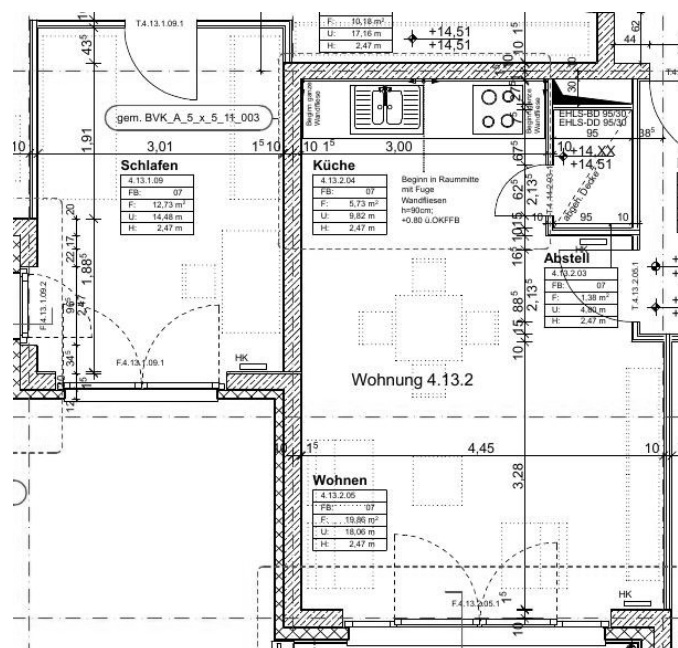
Richard-Strauß-Straße: Grundriss der Trennwand 2

- Wand 3: Haus 2, 1. OG, **Wg 11.1** Wohnen - **Wg 11.2** Schlafen



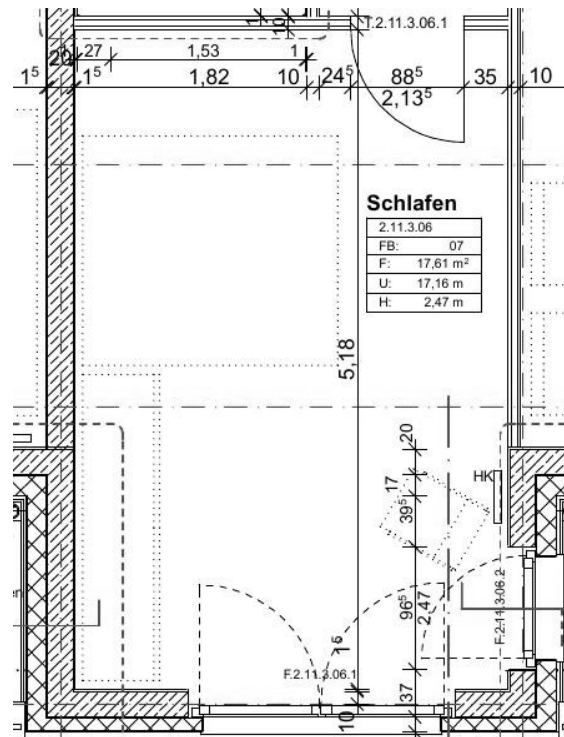
Richard-Strauß-Straße: Grundriss der Trennwand 3

- Wand 4: Haus 4, 3. OG, **Wg 13.1** Schlafen - **Wg 13.2** Wohnen



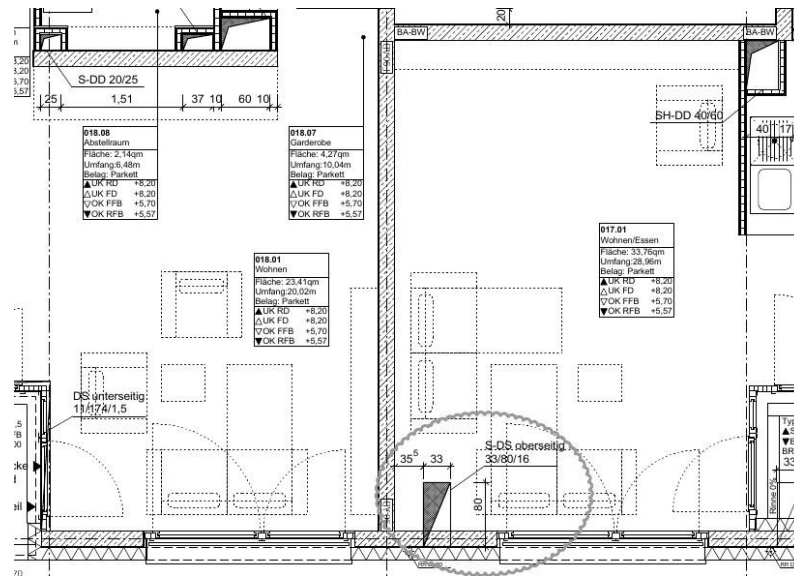
Richard-Strauß-Straße: Grundriss der Trennwand 4

- Decke: Haus 2, EG **Wg** 10.3 Schlafen - 1. OG **Wg** 11.3 Schlafen



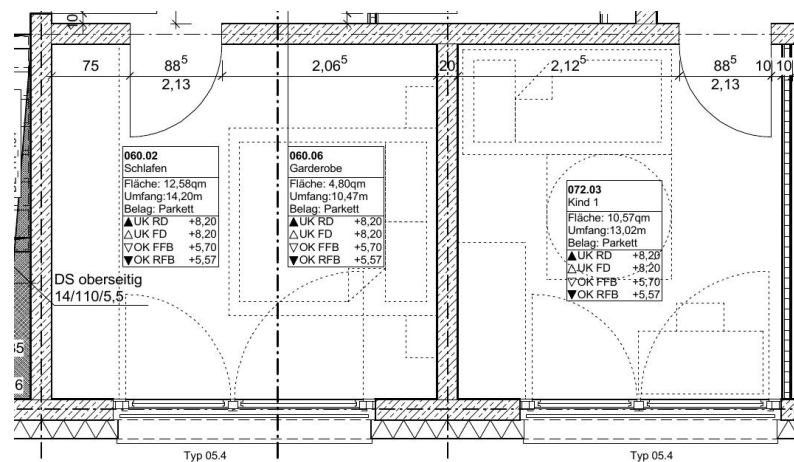
Richard-Strauß-Straße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke

- Wand 3: T-Haus 2, 2. OG, **Wg 17** Wohnen - **Wg 18** Wohnen



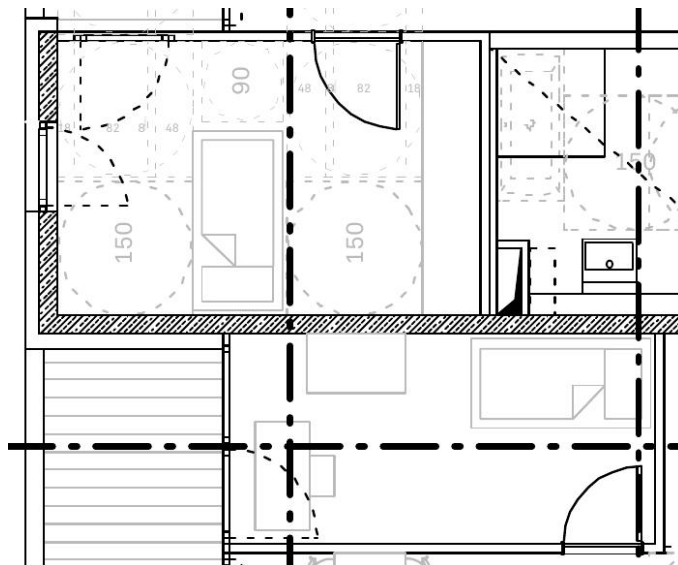
Welfenstraße: Grundriss der Trennwand 3

- Wand 4: T-Haus 5/6, 2. OG, **Wg 60** Schlafen - **Wg 72** Kind 1



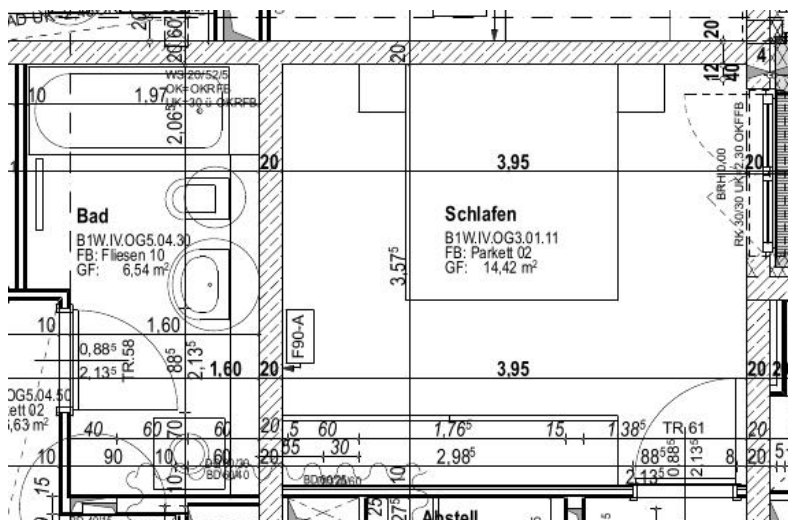
Welfenstraße: Grundriss der Trennwand 4

- Wand 5: R-Haus 4, 2. OG, **Wg** 45 Schlafen - **Wg** 46 Kind



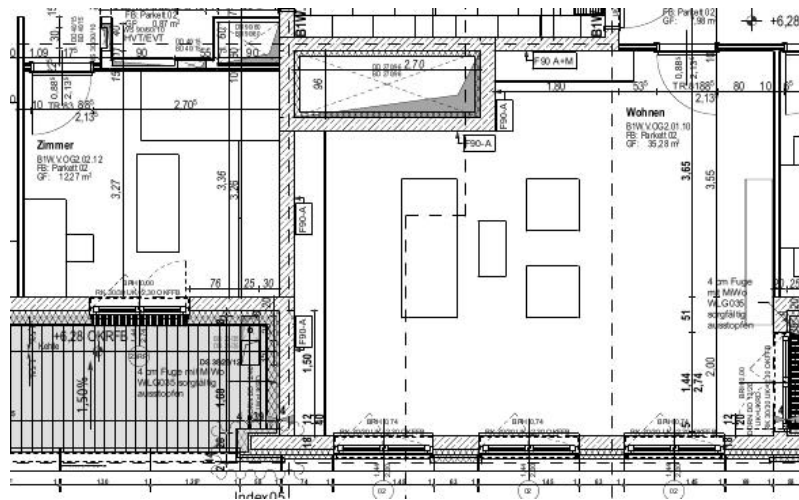
Welfenstraße: Grundriss der Trennwand 5

- Wand 6: L-W-Haus 4, 5. OG, **Wg** 71 Schlafen - **Wg** 74 Bad



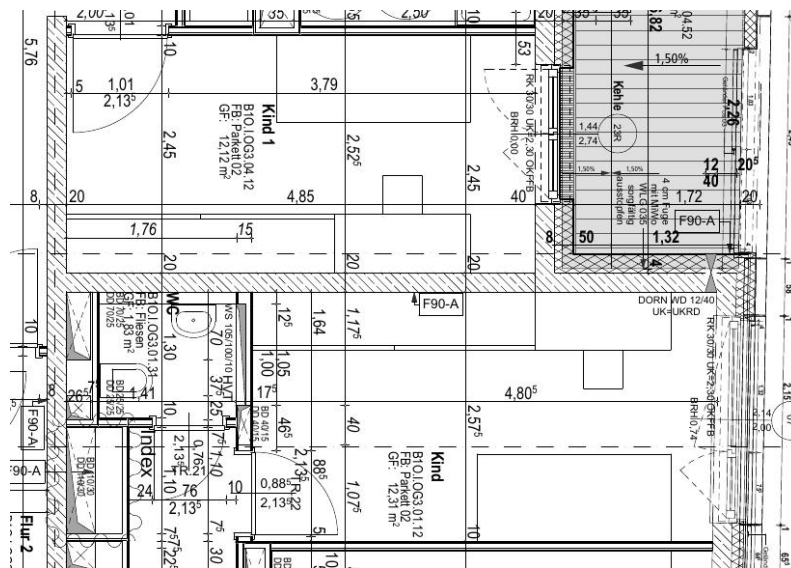
Welfenstraße: Grundriss der Trennwand 6

- Wand 7: L-W-Haus 5, 2. OG, **Wg 80** Wohnen - **Wg 81** Schlafen



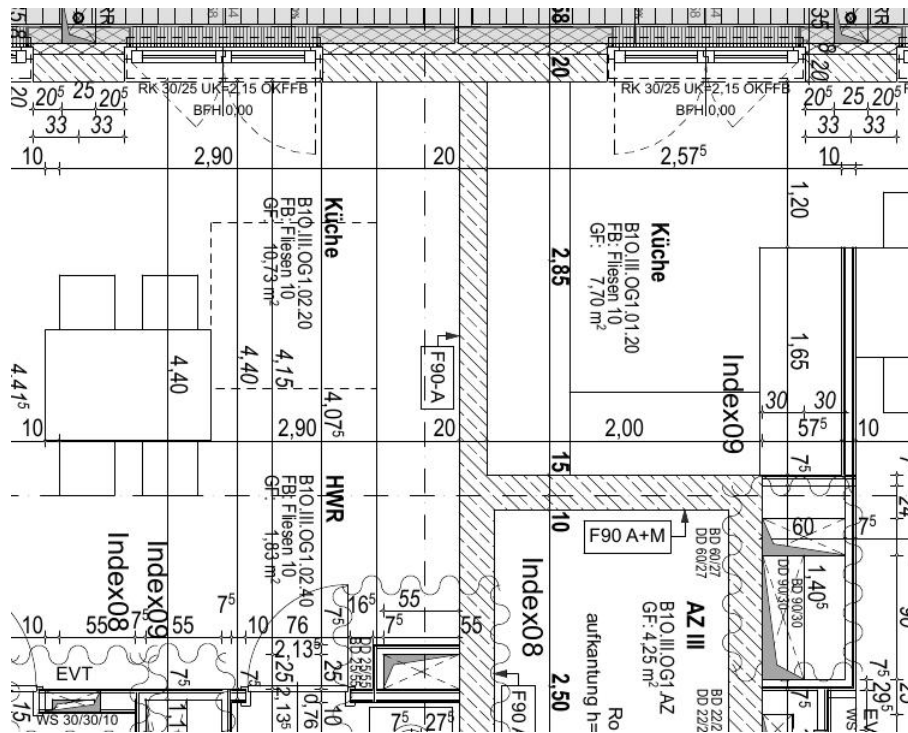
Welfenstraße: Grundriss der Trennwand 7

- Wand 8: L-O-Haus 1, 3. OG, **Wg 13** Schlafen - **Wg 16** Schlafen



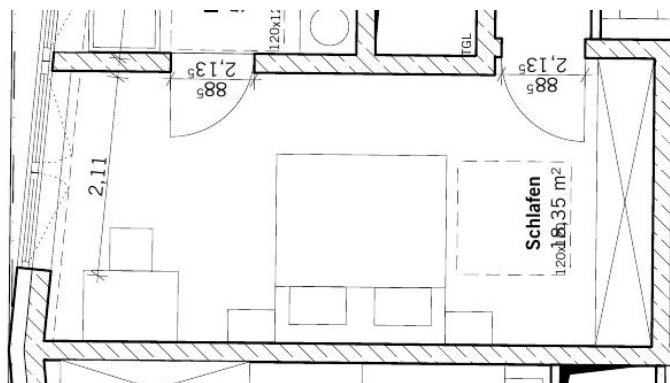
Welfenstraße: Grundriss der Trennwand 8

- Wand 9: L-O-Haus 3, 1. OG, **Wg 37** Küche - **Wg 38** Küche



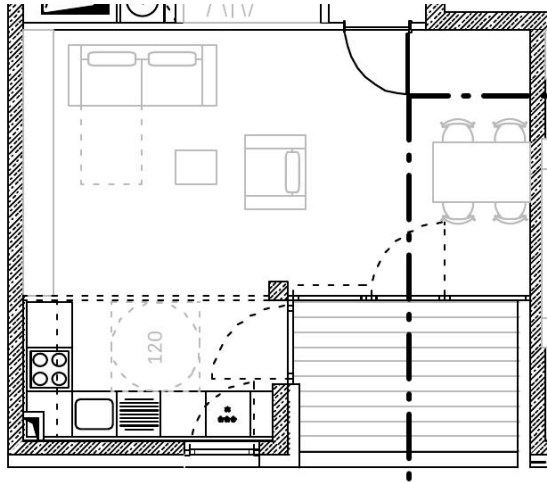
Welfenstraße: Grundriss der Trennwand 9

- Decke 1: L-SN-Haus 2, EG **Wg 12** Schlafen - 1. OG **Wg 14** Schlafen



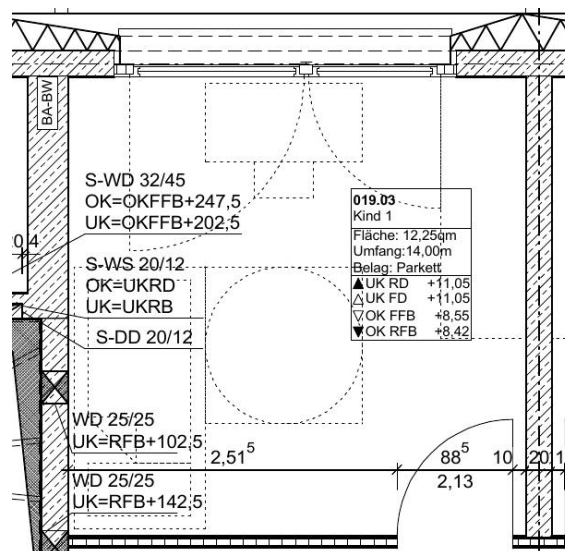
Welfenstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 1

- Decke 2: R-Haus 7, 1. OG **Wg** 97 Wohnen - 2. OG **Wg** 99 Wohnen



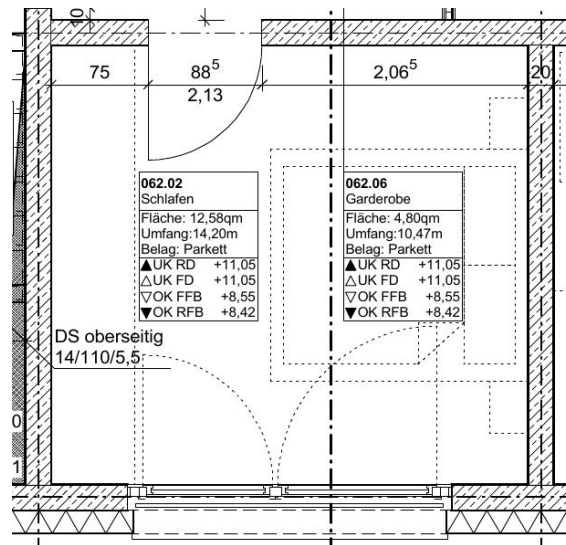
Welfenstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 2

- Decke 3: T-Haus 2, 2. OG **Wg** 17 Kind 1 - 3. OG **Wg** 19 Kind 1



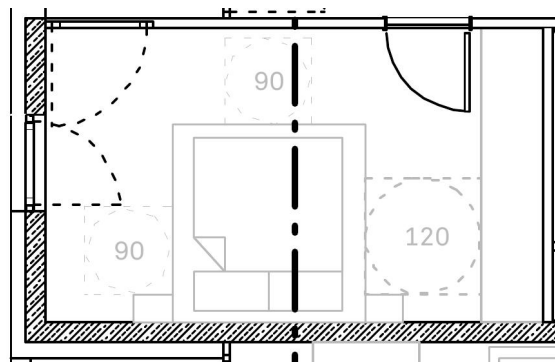
Welfenstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 3

- Decke 4: T-Haus 5, 2. OG **Wg** 60 Schlafen - 3. OG **Wg** 62 Schlafen



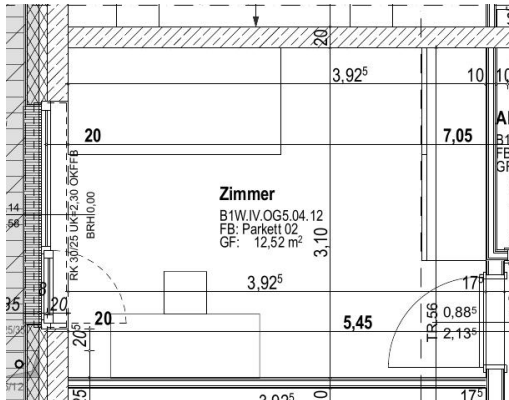
Welfenstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 4

- Decke 5: R-Haus 4, 2. OG **Wg** 45 Schlafen - 3. OG **Wg** 53 Schlafen

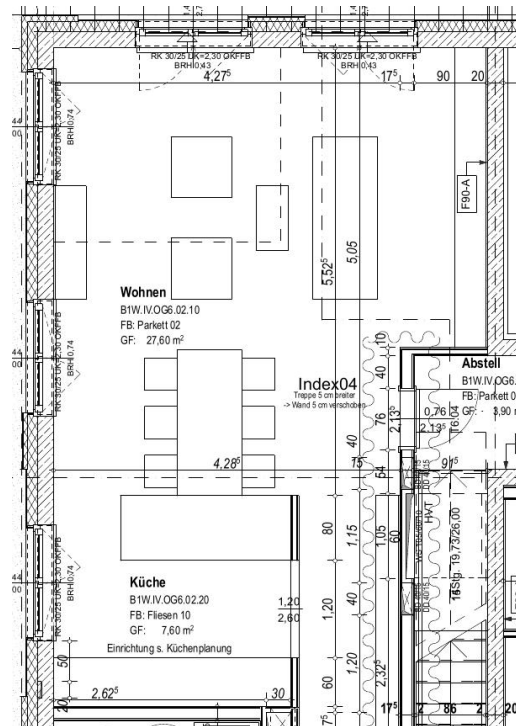


Welfenstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 5

- Decke 6: L-W-Haus 4, 5. OG **Wg** 74 Kind - 6. OG **Wg** 76 Wohnen

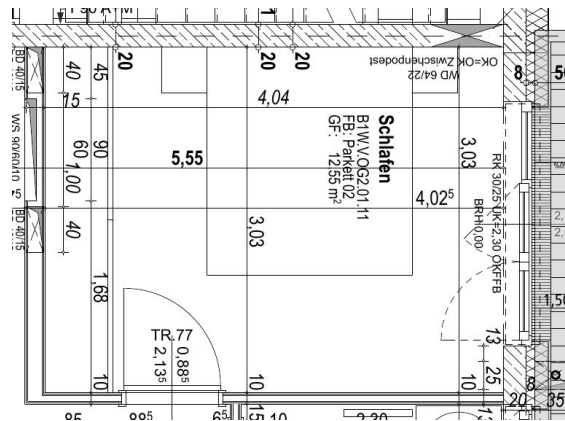


Welfenstraße: Grundriss des Empfangsraums der Trenndecke 6



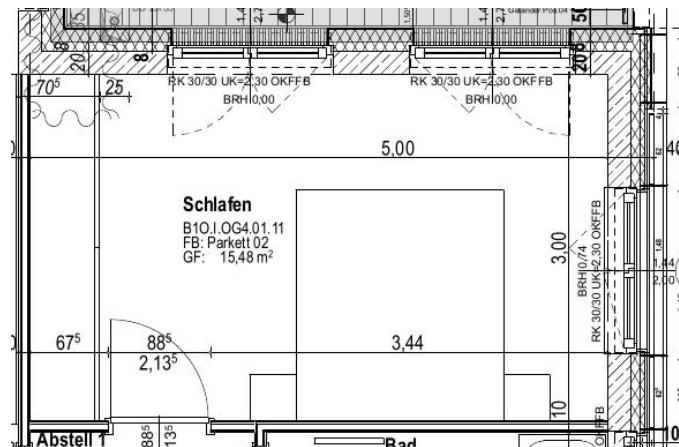
Welfenstraße: Grundriss des Senderraums
der Trenndecke 6

- Decke 7: L-W-Haus 5, 1. OG **Wg** 79 Schlafen - 2. OG **Wg** 80 Schlafen



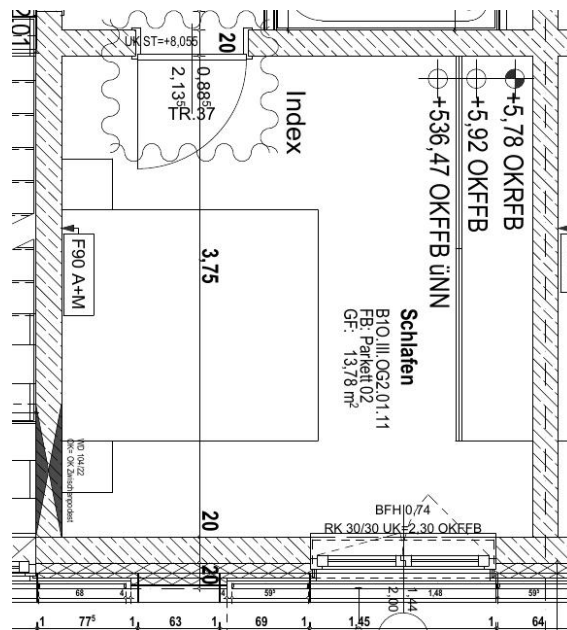
Welfenstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 7

- Decke 8: L-O-Haus 1, 3. OG **Wg** 13 Schlafen - 4. OG **Wg** 17 Schlafen



Welfenstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 8

- Decke 9: L-O-Haus 3, 1. OG **Wg** 37 Schlafen - 2. OG **Wg** 39 Schlafen



Welfenstraße: Grundriss des Sende- und Empfangsraums der Trenndecke 9

D.21 Neumarkt, Dresden

Das Trennbauteil:

- Wand: Haus 1, 3. OG, **Wg** W3.07 Schlafen - **Wg** W4.08 Schlafen



Neumarkt: Grundriss der Trennwand

Literaturverzeichnis

Artikel

- [1] Heinz-Martin Fischer; „Entwicklungen des baulichen Schallschutzes in der nationalen und europäischen Normung“; in: *Mauerwerk* 9.5 (2005), S. 206–213; ISSN: 1437-1022; DOI: [10.1002/dama.200590082](https://doi.org/10.1002/dama.200590082) (siehe S. 1, 7).
- [2] Eddy Gerretsen; „Europäische Entwicklungen zur Prognose des Schallschutzes in Bauten“; in: *wksb Zeitschrift für Wärmeschutz, Kälteschutz, Schallschutz, Brandschutz*; Neue Folge 34 (1994), S. 1–9; ISSN: 0341-0293 (siehe S. 14).
- [3] Wolfgang Moll; „Analytische Herleitung von Anforderungen an den Luftschallschutz zwischen Räumen“; in: *Bauphysik* 31.4 (2009), S. 235–243; ISSN: 1437-0980; DOI: [10.1002/bapi.200910031](https://doi.org/10.1002/bapi.200910031) (siehe S. 1, 36).
- [4] Martin Schäfers und Olga Pekrul; „Schallschutz im Geschosswohnungsbau“; mehr Planungssicherheit durch neue Prognoseinstrumente; in: *Bauphysik* 34.6 (2012), S. 309–320; ISSN: 1437-0980; DOI: [10.1002/bapi.201290052](https://doi.org/10.1002/bapi.201290052) (siehe S. 31, 34).

Bücher

- [5] Wolfgang Fasold und Eva Veres; *Schallschutz + Raumakustik in der Praxis*; Planungsbeispiele und konstruktive Lösungen; 1. Aufl.; Verlag für Bauwesen, 1998; ISBN: 3-345-00549-2 (siehe S. 3, 4).
- [6] Hermann Henn, Gh. Reza Sinambari und Manfred Fallen; *Ingenieurakustik*; Physikalische Grundlagen und Anwendungsbeispiele; 4. Aufl.; Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, 2008; ISBN: 978-3-8348-9537-0 (e-Book); DOI: [10.1007/978-3-8348-9537-0](https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9537-0) (siehe S. 3, 4).
- [7] Werner Schirmer (Hrsg.); *Technischer Lärmschutz; Grundlagen und praktische Maßnahmen zum Schutz vor Lärm und Schwingungen von Maschinen*; 2. Aufl.; Springer-Verlag, 2006; ISBN: 978-3-540-33017-2 (e-Book); DOI: [10.1007/3-540-33017-8](https://doi.org/10.1007/3-540-33017-8) (siehe S. 28).
- [8] José Luis Moro; *Baukonstruktion*; Vom Prinzip zum Detail; Springer-Verlag, 2009; ISBN: 978-3-540-27917-4 (e-Book); DOI: [10.1007/978-3-540-27917-4](https://doi.org/10.1007/978-3-540-27917-4) (siehe S. 6).
- [9] Lutz Weber und Werner Scholl; *Literaturstudie über den Einfluß der Lochung auf die Schalldämmung und Schall-Längsdämmung von Mauersteinen*; Forschungsbericht: Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau; T 2777, IBP-Bericht B-BA 6/1996; Fraunhofer-IRB-Verlag, 1997; ISBN: 978-3-8167-5401-5 (siehe S. 5).

Normen

- [10] *Beiblatt 1 zu DIN 4109*; Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren; Nov. 1989 (siehe S. 7).
- [11] *Beiblatt 2 zu DIN 4109*; Schallschutz im Hochbau – Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich; Nov. 1989 (siehe S. 7).
- [12] *DIN 4109*; Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise; Nov. 1989 (siehe S. 1, 7).
- [13] *DIN EN 12354-1*; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen; Dez. 2000 (siehe S. 2, 7, 14).
- [14] *DIN EN ISO 140-4*; Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden; Dez. 1998 (siehe S. 2).
- [15] *DIN EN ISO 717-1*; Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung; Juni 2013 (siehe S. 2, 23).
- [16] *E DIN 4109-1*; Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Anforderungen an die Schalldämmung; Juni 2013 (siehe S. 7).
- [17] *E DIN 4109-2*; Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen; Nov. 2013 (siehe S. 7–10, 12, 13).
- [18] *E DIN 4109-32*; Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau; Nov. 2013 (siehe S. 5, 7, 11, 12).
- [19] *E DIN 4109-33*; Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau, flankierende Bauteile; Dez. 2013 (siehe S. 7, 12).
- [20] *E DIN 4109-34*; Schallschutz im Hochbau – Teil 34: Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen; Juni 2013 (siehe S. 5, 7, 13).
- [21] Bayerisches Staatsministerium des Innern; *Vollzug des Art. 3 Abs. 2 Satz 1 Bayerischen Bauordnung (BayBO); Liste der als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln*; 2132.3-I; Nov. 2008; Kap. Anlage 4.2./2 (siehe S. 25, 42, 53).
- [22] *VDI 4100*; Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Okt. 2012 (siehe S. 7).

Prüfzeugnisse

- [23] Müller-BBM GmbH; *BV Quartier III "Das Juwel an der Frauenkirche" Dresden, Neumarkt; Bauakustische Güteprüfungen nach DIN EN ISO 140 an verschiedenen Bauteilen*; M68200/22; Techn. Ber.; Jan. 2008 (siehe S. 15).
- [24] Müller-BBM GmbH; *Schalltechnische Messungen im Wohngebäude Gerlichstraße, München; Luftschalldämmung von Wohnungstrennwänden und Trenndecken*; M70461/5; Techn. Ber.; März 2008 (siehe S. 15).
- [25] Müller-BBM GmbH; *BV Schlossviertel Nymphenburg, WA 3B, München; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M66376/19; Techn. Ber.; Apr. 2009 (siehe S. 15).
- [26] Müller-BBM GmbH; *Schalltechnische Messungen im BV Richard-Strauß-Straße in München, Haus 1; Luft- und Trittschalldämmungs-Messungen*; M58254/19; Techn. Ber.; Juni 2009 (siehe S. 15).
- [27] Müller-BBM GmbH; *Schalltechnische Messungen im BV Richard-Strauß-Straße in München, Haus 2; Luft- und Trittschalldämmungs-Messungen*; M58254/20; Techn. Ber.; Juli 2009 (siehe S. 15).
- [28] Müller-BBM GmbH; *Schalltechnische Messungen im BV Richard-Strauß-Straße in München, Haus 4; Luft- und Trittschalldämmungs-Messungen*; M58254/22; Techn. Ber.; Sep. 2009 (siehe S. 15).
- [29] Müller-BBM GmbH; *Fasanenstr., München; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung und Schallpegelmessungen*; M77044/5; Techn. Ber.; März 2010 (siehe S. 15).
- [30] Müller-BBM GmbH; *BV Neubau Schlosshotel Neumarkt Dresden, Quartier MK 8.1; Bauakustische Güteprüfung im Bereich Musterzimmer 127*; M82193/6; Techn. Ber.; Mai 2011 (siehe S. 15).
- [31] Müller-BBM GmbH; *BV P 1842 W+T Colmdorfstraße, 2. BA; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung Haus 3 und 4*; M94397/5; Techn. Ber.; Nov. 2011 (siehe S. 15).
- [32] Müller-BBM GmbH; *Graf-Konrad-Straße, Haus 3, München; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M91289/3; Techn. Ber.; Jan. 2011 (siehe S. 15).
- [33] Müller-BBM GmbH; *Hans-Döllgast-Straße, Bauteil B1, München; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M84285/21; Techn. Ber.; Sep. 2011 (siehe S. 15).
- [34] Müller-BBM GmbH; *P 1803 W+T, Freiam MK 7 / II, Haus 4 - 6; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M96866/1; Techn. Ber.; Okt. 2011 (siehe S. 15).
- [35] Müller-BBM GmbH; *P 1881 W+T Ottobrunn, Alte Landstraße; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M96864/1; Techn. Ber.; Okt. 2011 (siehe S. 15).
- [36] Müller-BBM GmbH; *P 703 W+T Brieger Straße 2. BA, Haus 9 in München; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M88874/5; Techn. Ber.; Nov. 2011 (siehe S. 15).

- [37] Müller-BBM GmbH; *P 704 Rümmanstraße, Häuser 4 bis 7, München; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M94384/2; Techn. Ber.; Juli 2011 (siehe S. 15).
- [38] Müller-BBM GmbH; *P 704 Rümmanstraße, Häuser 8 + 9 sowie 1 + 2, München; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M94384/4; Techn. Ber.; Aug. 2011 (siehe S. 15).
- [39] Müller-BBM GmbH; *P 7051 W+R+T Neubau Wohnanlage Oberweg/Saxhuberweg, Taufkirchen; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung Haus 2*; M88139/5; Techn. Ber.; Nov. 2011 (siehe S. 15).
- [40] Müller-BBM GmbH; *P 7051 W+R+T Neubau Wohnanlage Oberweg/Saxhuberweg, Taufkirchen; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung Haus 6*; M88139/7; Techn. Ber.; Dez. 2011 (siehe S. 15).
- [41] Müller-BBM GmbH; *Wohnanlage BV Briegerstraße/Leipheimer Weg, Haus 1, 3 und 5, 80997 München; Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung*; M92095/1; Techn. Ber.; Feb. 2011 (siehe S. 15).
- [42] Müller-BBM GmbH; *Wohnanlage Heimstetten, Gruber Str. / Zugspitzstr.; Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung, Schallpegelmessungen*; M81874/10; Techn. Ber.; Mai 2011 (siehe S. 15).
- [43] Müller-BBM GmbH; *BV Neubau Schlosshotel Neumarkt Dresden, Quartier MK 8.1; Bauakustische Güteprüfungen nach DIN EN ISO 140 an verschiedenen Bauteilen*; M82193/11; Techn. Ber.; März 2012 (siehe S. 15).
- [44] Müller-BBM GmbH; *BV Neubau Schlosshotel Neumarkt Dresden, Quartier MK 8.2.1; Bauakustische Güteprüfungen nach DIN EN ISO 140 an verschiedenen Bauteilen*; M82193/12; Techn. Ber.; Mai 2012 (siehe S. 15).
- [45] Müller-BBM GmbH; *BV Neubau Schlosshotel Neumarkt Dresden, Quartier MK 8.2.2; Bauakustische Güteprüfungen nach DIN EN ISO 140 an verschiedenen Bauteilen*; M82193/14; Techn. Ber.; Juni 2012 (siehe S. 15).
- [46] Müller-BBM GmbH; *BV P 1804 W+T Freiham MK 7 III, Haus 3; Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M95241/2; Techn. Ber.; Jan. 2012 (siehe S. 15).
- [47] Müller-BBM GmbH; *BV P 191 Severinstraße, Haus 2, München; Güteprüfungen der Luft- und Trittschalldämmung*; M84993/24; Techn. Ber.; Okt. 2012 (siehe S. 15).
- [48] Müller-BBM GmbH; *BV Severinstraße, Haus 3, München; Güteprüfungen der Luft- und Trittschalldämmung*; M84993/22; Techn. Ber.; Aug. 2012 (siehe S. 15).
- [49] Müller-BBM GmbH; *BV Welfenstraße in München (Löwenhof); Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung*; M77396/94; Techn. Ber.; Apr. 2012 (siehe S. 15).
- [50] Müller-BBM GmbH; *BV Welfenstraße in München (Löwenhof, Bauteil Ost); Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung*; M77396/100; Techn. Ber.; Juli 2012 (siehe S. 15).

- [51] Müller-BBM GmbH; *BV Welfenstraße in München (Löwenhof, Bauteil West)*; *Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung*; M77396/109; Techn. Ber.; Okt. 2012 (siehe S. 15).
- [52] Müller-BBM GmbH; *BV Welfenstraße in München (Regerhof, Querriegel, Haus 4)*; *Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung*; M77396/108; Techn. Ber.; Okt. 2012 (siehe S. 15).
- [53] Müller-BBM GmbH; *BV Welfenstraße in München (Regerhof, Südriegel, Haus 7)*; *Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung*; M77396/103; Techn. Ber.; Aug. 2012 (siehe S. 15).
- [54] Müller-BBM GmbH; *BV Welfenstraße in München (Tassilohof, Bauteil Nord, Haus 2)*; *Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung*; M77396/104; Techn. Ber.; Aug. 2012 (siehe S. 15).
- [55] Müller-BBM GmbH; *BV Welfenstraße in München (Tassilohof, Bauteil Süd, Haus 5)*; *Güteprüfung der Luft- und Trittschalldämmung*; M77396/105; Techn. Ber.; Sep. 2012 (siehe S. 15).
- [56] Müller-BBM GmbH; *Mehrfamilienhaus mit acht Eigentumswohnungen, Faustnerweg, München*; *Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M93165/03; Techn. Ber.; Okt. 2012 (siehe S. 15).
- [57] Müller-BBM GmbH; *P 1881 W+T Ottobrunn, Alte Landstraße*; *Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung Haus 8 und 9*; M96864/3; Techn. Ber.; Jan. 2012 (siehe S. 15).
- [58] Müller-BBM GmbH; *Wohngebäude Münchener Straße, Planegg, Haus A und B*; *Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung*; M82219/13; Techn. Ber.; Sep. 2012 (siehe S. 15).

Weitere Quellen

- [59] *Aktualisierung des bauaufsichtlich eingeführten Bauteilkataloges der DIN 4109, Teil Skelettbau; Bericht*; Braunschweig: PTB, 2012 (siehe S. 2).
- [60] *Deutsche Enzyklopädie; Suche: Massivbau*; URL: <http://www.enzyklo.de/Begriff/Massivbauweise> (besucht am 16.06.2014) (siehe S. 5).
- [61] *Ermittlung und Verifizierung schalltechnischer Grundlagendaten für Wandkonstruktionen aus Kalksandstein-Mauerwerk auf der Grundlage neuer europäischer Normen des baulichen Schallschutzes; Bericht Nr. 1370 zum AIF-Vorhaben Nr. 11593/1*; Hochschule für Technik Stuttgart (siehe S. 2).
- [62] Heinz-Martin Fischer; „Neufassung der DIN 4109 auf der Basis Europäischer Regelwerke des Baulichen Schallschutzes“; in: Nabil A. Fouad (Hrsg.); *Bauphysik Kalender 2014*; Wiley-VCH Verlag GmbH, 2014, S. 15–68; ISBN: 978-3-433-60333-8; DOI: [10.1002/9783433603338.ch2](https://doi.org/10.1002/9783433603338.ch2) (siehe S. 14, 36).

- [63] W. Scholl und H. Bietz; *Integration des Holz- und Skelettbaus in die neue DIN 4109; Forschungsbericht*; Braunschweig: PTB, 2004 (siehe S. 2).
- [64] *Umsetzung der europäischen Normen des baulichen Schallschutzes für die Leichtbetonindustrie; Bericht Nr. 1372 zum AIF-Vorhaben Nr. 11642 N/1*; Hochschule für Technik Stuttgart (siehe S. 2).
- [65] *Umsetzung der europäischen Normen des baulichen Schallschutzes für die Porenbetonindustrie; Bericht Nr. 1371 zum AIF-Vorhaben Nr. 11640 N/1*; Hochschule für Technik Stuttgart (siehe S. 2).

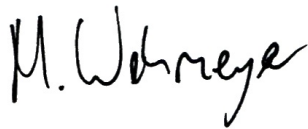
Glossar

DIN 4109 Bbl 1	Beiblatt 1 zu DIN 4109
GK	Gipskartonständerwand
HLZ	Hochlochziegel
MW	Mauerwerk
NABau	Normenausschuss Bauwesen im DIN
PZ	Planziegel aus Hochlochziegeln
s. E.	schwimmender Estrich
STB	Stahlbeton
TB	Trennbau teil
u. B.	unbewehrter Beton
VS	biegeweiche Vorsatzschale
Wg	Wohnung

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich meine Arbeit selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die Arbeit noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Wohrke'. The signature is written in a cursive style with a large initial 'M' and a long, sweeping underline.

Mittweida, 17. November 2014